

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003 年 11 月 6 日 (06.11.2003)

PCT

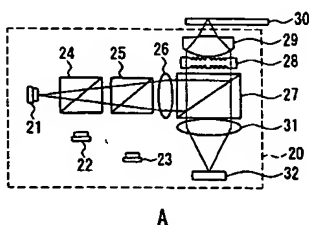
(10) 国際公開番号  
WO 03/091764 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G02B 5/18, (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電  
5/32, G02F 1/13, G11B 7/09, 7/135 器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-  
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市  
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04943 大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (22) 国際出願日: 2003 年 4 月 18 日 (18.04.2003) (72) 発明者; および  
(25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐野 晃  
正 (SANO, Kousei) [JP/JP]; 〒535-0022 大阪府 大  
阪市 旭区新森2-21-30-40A Osaka (JP). 金馬 慶明  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (KOMMA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒573-1113 大阪府 枚方  
市 楠葉面取町1-36-7 Osaka (JP). 和田 秀彦 (WADA, Hi-  
denori) [JP/JP]; 〒611-0002 京都府 宇治市 木幡西  
(30) 優先権データ: 浦 48-303 Kyoto (JP). 安田 昭博 (YASUDA, Akihiro)
- 特願2002-115828 2002 年 4 月 18 日 (18.04.2002) JP  
特願2002-115829 2002 年 4 月 18 日 (18.04.2002) JP

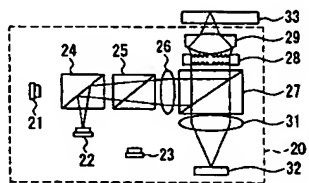
[続葉有]

(54) Title: OPTICAL ELEMENT, OPTICAL HEAD, OPTICAL INFORMATION RECORDING/REPRODUCTION DEVICE, COMPUTER, VIDEO RECORDING DEVICE, VIDEO REPRODUCTION DEVICE, SERVER, AND CAR NAVIGATION SYSTEM

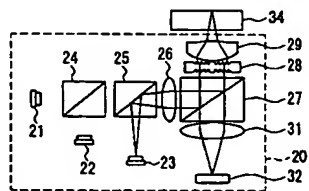
(54) 発明の名称: 光学素子、光ヘッド、光情報記録再生装置、コンピュータ、映像記録装置、映像再生装置、サーバー、及びカーナビゲーションシステム



A



B



C

(57) Abstract: An optical head includes a light source (21) emitting light of a first wavelength for recording or reproducing information to/from an information recording medium (30), a light source (22) emitting light of a second wavelength for recording/reproducing information to/from an information recording medium (33), a light source (23) emitting light of a third wavelength for recording/reproducing information to/from an information recording medium (34), light collecting means (29), and an optical element (28) passing the light of the first wavelength and diffracting the light of the second and the third wavelength. The optical element (28) has a groove formed at two stages with depth of  $d$  (nm) and  $2d$  (nm) on a substrate. When the substrate has a refraction factor  $n$  for wavelength 400 nm, the optical element satisfies the relationship:  $380 \text{ (nm)} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ (nm)}$ .

[続葉有]



[JP/JP]; 〒576-0034 大阪府 交野市 天野が原町4-28-403  
Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒530-6026 大阪府 大阪市 北区天満橋1丁目8番30号OAPタワー26階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

情報記録媒体 (30) に対し情報の記録及び再生のうち少なくともいずれかをする第1の波長の光を発する光源 (21) と、情報記録媒体 (33) に対し情報の記録再生をする第2の波長の光を発する光源 (22) と、情報記録媒体 (34) に対し情報の記録再生をする第3の波長の光を発する光源 (23) と、集光手段 (29) と、第1の波長の光は透過し、第2及び第3の波長の光は回折する光学素子 (28) とを備えており、光学素子 (28) は、基材に溝が形成されており、波長 400 nm における基材の屈折率を  $n$ 、1段当たりの溝の深さを  $d$  (nm) とすると、 $380 \text{ (nm)} \leq (n-1) \times d \leq 420 \text{ (nm)}$  の関係を満足し、溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  との2段に形成されている。

## 明 細 書

光学素子、光ヘッド、光情報記録再生装置、コンピュータ、映像記録装置、映像再生装置、サーバー、及びカーナビゲーションシステム

## 技術分野

- 5      本発明は、光ディスク、光カード等の情報記録媒体に対し、情報の記録、再生、又は消去を行う光情報記録再生装置、コンピュータ、映像記録装置、映像再生装置、サーバー、カーナビゲーションシステム、及びこれらに用いる光学素子、光ヘッド、液晶素子に関する。

## 10    背景技術

- 高密度・大容量の情報記録媒体として、光ディスクを用いる光メモリ技術は、デジタルオーディオディスク、ビデオディスク、文書ファイルディスク、さらにはデータファイルと用途を拡張しつつ、実用化されてきている。微小に絞られた光ビームを介して、光ディスクへの情報記録再生が高い信頼性のもとに首尾よく遂行されるには、回折限界の微小スポットを形成する集光機能と、光学系のフォーカス制御とトラッキング制御、及びピット信号（情報信号）検出機能が必要とされる。

- 近年、光学系設計技術の進歩と光源である半導体レーザーの短波長化により、従来以上の高密度の記憶容量を持つ光ディスクの開発が進んでいる。高密度化のアプローチとしては、光ディスク上へ光ビームを微小に絞る集光光学系の光ディスク側開口数（NA）を大きくすることが検討されている。その際、問題となるのが光軸に対するディスクの傾き（いわゆるチルト）による収差の発生量の増大である。NAを大きくすると、チルトに対して発生する収差量が大きくなる。これを防ぐためには、光

ディスクの基板の厚み（基材厚）を薄くすれば良い。

光ディスクの第1世代といえるコンパクトディスク（CD）は、赤外光（波長 $\lambda_3$ は780nm～820nm）と、NA0.45の対物レンズを使用し、ディスクの基材厚は1.2mmである。第2世代のDVDは、赤色光（波長 $\lambda_2$ は630nm～680nm）と、NA0.6の対物レンズを使用し、ディスクの基材厚は0.6mmである。そして、第3世代の高密度光ディスクは、青色光（波長 $\lambda_1$ は380nm～420nm）と、NA0.85の対物レンズを使用し、ディスクの基材厚は0.1mmのシステムが提案されている。

10      なお、本明細書中では、基材厚とは、光ディスク（又は情報記録媒体）に光ビームの入射する面から情報記録面までの透明基板の厚みのことをいう。

このように、光ディスクの基材厚は、記録密度が高くなるにつれて薄くされている。経済性、装置の占有スペースの観点から、1台の装置で  
15      基材厚や記録密度の異なる光ディスクに対し、記録や再生ができる光情報記録再生装置が望まれる。そのためには異なる基材厚の光ディスク上に回折限界まで光ビームを集光することのできる集光光学系を備えた光ヘッド装置が必要である。

DVDとCDの両方の光ディスク（情報記録媒体）に対して情報を記録したり再生したりする装置の一例が、下記特許文献1に提案されている。この内容を第1の従来例として、図58～図60を用いて簡単に説明する。図58は、光ヘッド300の概略構成を示している。図58AはDVDに対し情報を記録したり再生する際の状態を示し、図58BはCDに対し情報を記録したり再生する状態を示している。波長635nm～650nmの光を発する赤色半導体レーザー301と、波長780nmの光を発する赤外半導体レーザー302を有する。



第2の情報記録媒体であるDVDディスク308を再生する場合、赤色半導体レーザー301から発した光は波長選択プリズム303を透過し、コリメータレンズ304により平行光となる。平行となった光は、ビームスプリッタ305で反射され、ダイクロホログラム306を透過し、対物レンズ307で収束光となり、DVDディスク308に照射される。DVDディスク308で反射された光は、再び対物レンズ307とダイクロホログラム306を通り、ビームスプリッタ305を透過し、検出レンズ309により収束光となり、光検出器310に集光される。

第3の情報記録媒体であるCDディスク311を再生する場合は、赤外半導体レーザー302から発した光は波長選択プリズム303により反射され、コリメータレンズ304により平行光となる。平行となった光はビームスプリッタ305で反射され、ダイクロホログラム306により回折され、対物レンズ307で収束光となり、CDディスク311に照射される。CDディスク311で反射された光は再び対物レンズ307とダイクロホログラム306を通り、ビームスプリッタ305を透過し、検出レンズ309により収束光となり、光検出器310に集光される。

DVDディスクとCDディスクの基材厚の違いによる球面収差はダイクロホログラム306により補正される。図59にダイクロホログラム306の断面図を示す。ダイクロホログラム306の表面には、深さd、2d、3dの溝が順に並んでいる。深さdは赤色半導体レーザーの波長を $\lambda_1$ とし、ダイクロホログラム306の波長 $\lambda_1$ での屈折率を $n_1$ として、

$$d = \lambda_1 / (n_1 - 1)$$

となるように決められている。こうすることで、波長 $\lambda_1$ の光に対しては、光が回折せず、透過効率が高くなる。

ここで、赤外半導体レーザーから出射された光の波長を $\lambda_2$ とし、ダイクロホログラム306の波長 $\lambda_2$ での屈折率を $n_2$ とする。図60Aは、波長 $\lambda_2$ の光がダイクロホログラム306を通過したあとの波面を示しており、

5  $d \times (n_2 - 1) / \lambda_2 = 0.75,$

のときの状態である。この場合、一段当り波長の0.75倍の位相ずれを生じることになる。1以上の位相ずれは無視できるから、小数部分のみに基いて書き直した波面を図60Bに示す。この波面は1次回折光の片側の回折効率が高い光となる。

- 10 また、下記非特許文献1には、CD、DVD、及び超高密度光ディスクに対して情報を再生する装置の一例が記載されている。これを第2の従来例として、図61、図62を用いて簡単に説明する。図61は、光ヘッドの概略構成を示している。

- 波長 $\lambda_1 = 405 \text{ nm}$ の青色光源を有する光学系201より出射した  
15 平行光は、プリズム204、205、及び後述する位相板206を透過して、対物レンズ207で集光され、基材厚0.1mmの光ディスク208（超高密度光ディスク）の情報記録面に照射される。

- 光ディスク208で反射した光は、逆の経路をたどって光学系201の検出器で検出される。波長 $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ の赤色光源を有する光学  
20 系202より出射した発散光は、プリズム204で反射、プリズム205及び位相板206を透過して、対物レンズ207で集光され、基材厚0.6mmの光ディスク209（DVD）の情報記録面に照射される。

- 光ディスク209で反射した光は、逆の経路をたどって光学系202の検出器で検出される。波長 $\lambda_3 = 780 \text{ nm}$ の赤外の光源を有する光  
25 学系203より出射した発散光はプリズム205で反射、位相板206を透過して、対物レンズ207で集光され、基材厚1.2mmの光ディ

スク 210 (CD) の情報記録面に照射される。光ディスク 210 で反射した光は逆の経路をたどって光学系 203 の検出器で検出される。

対物レンズ 207 は基材厚 0.1 mm に対応するように設計されており、CD や DVD に対しては、基材厚の違いによって球面収差が発生する。この球面収差を補正するのが、光学系 202 及び光学系 203 より出射する発散光の発散度合いと位相板 206 である。対物レンズに発散光を入射させると、新たな球面収差が発生するので、基材厚の違いによって発生する球面収差をこの新たな球面収差で打ち消すことができる。

発散光の発散度合いは、球面収差が最小となるように設定する。発散光によって球面収差を完全に補正することはできず、高次の球面収差(主に 5 次の球面収差)が残存する。この 5 次の球面収差は、位相板 206 によって補正する。

図 62 に位相板 206 の表面 (図 62A) と側面図 (図 62B) とを示している。位相板 206 は、波長  $\lambda_1$  での屈折率を  $n_1$ 、 $h = \lambda_1 / (n_1 - 1)$  とした場合、高さ  $h$ 、 $3h$  の位相差 206a で構成される。波長  $\lambda_1$  の光に対しては、高さ  $h$  は位相差  $1\lambda$  ( $\lambda$  は使用波長) を生じるが、位相分布に影響を与えず、光ディスク 208 の記録再生には支障がない。

一方、波長  $\lambda_2$  の光に対しては、波長  $\lambda_2$  での位相板 206 の屈折率を  $n_2$  とすると、 $h / \lambda_2 \times (n_2 - 1) = 0.625\lambda$  の位相差を生じる。また、波長  $\lambda_3$  の光に対しては、波長  $\lambda_3$  での位相板 206 の屈折率を  $n_3$  とすると、 $h / \lambda_3 \times (n_3 - 1) = 0.52\lambda$  の位相差を生じる。DVD 及び CD に関しては、この位相差を利用して波面を変換し、残存していた 5 次の球面収差を補正していた。

さらに、下記特許文献 2 には、超高密度光ディスクの記録再生が可能な対物レンズと、CD と DVD との再生が可能な対物レンズの 2 つの対

物レンズを用いて情報を再生する方法が提案されている。これを第3の従来例として、図63を用いて簡単に説明する。

5 レンズホルダ233には、超高密度光ディスクの記録再生時に使用される対物レンズ231と、CDとDVDの再生時に使用される対物レンズ232と、駆動コイル234を具備し、ワイヤ236によって固定部237に懸架されている。

磁石238とヨーク239で磁気回路が構成され、駆動コイル234に電流を流すことにより電磁力が働き、対物レンズ231、232がフォーカス方向及びトラッキング方向に駆動される。第3の従来例では、  
10 記録再生する光ディスクに応じて対物レンズ231、232を使い分けていた。

また、色収差補正の技術として下記特許文献3には、光学素子の断面が鋸歯状で、第1の波長 $\lambda_1$ の光に対しては2次回折光を用いて補正し、第2の波長 $\lambda_2$ の光に対しては1次回折光を用いて補正する色収差補正  
15 ホログラムが提案されている。

しかしながら、前記第1の従来例に係る光ヘッドでは、基材厚1.2mm、基材厚0.1mmといった基材厚が大きく異なるディスクに光を照射すると、ディスクと対物レンズとの間の距離が大きく変わってしまい、アクチュエータの可動範囲が大きくなり、ヘッドが大きくなるという問題があった。さらに、3種類の光源とそれに応じた光検出をするためには、信号線の本数が増え、光ヘッドと光ディスクドライブとを結ぶフレキシブル・ケーブルの幅が広くなるという問題があった。  
20

また、前記第2の従来例に係る光ディスク装置では、CD及びDVDの再生の際、光は対物レンズに発散光として入射するため、対物レンズ  
25 がトラッキング方向に駆動されると大きなコマ収差が発生し、良好な再生が行えないという問題があった。

また、前記第3の従来例に係る光ディスク装置では、対物レンズ231、232はタンジェンシャル方向（y方向）に並び、対物レンズ231は光ディスクの回転中心Oを通るトラッキング方向（x方向）の直線上に位置するよう取り付けられているので、対物レンズ232を使用するDVDやCDでは、トラッキング検出方式として一般的なディファレンシャルプッシュプル（DPP）法や3ビーム法が使えないという問題があった。このことについて、図64を用いて説明する。DPP法や3ビーム法は、再生するためのメインスポットと、トラッキング検出のための2つのサブスポットを用いる。図63に示した対物レンズ232のメインスポット232aは、図64に示したスポットの位置150aである。サブスポットの位置は150b、150cであり、再生トラック153に対して最適な角度 $\theta_0$ に設定される。

光ヘッドのシーク動作によって、これらのスポットはx方向に移動し、スポットの位置は151a、151b、151cとなる。スポットの位置150a、151aは光ディスクの回転中心Oを通るx方向の直線上にないため、光ヘッドのシーク動作によって角度 $\theta_0$ は $\theta_1$ に変化する。つまり、第3の従来例の構成では、安定なトラッキング制御が行えないという問題があった。

#### 特許文献1

20 特開平9-306018号公報

#### 特許文献2

特開平11-120587号公報

#### 特許文献3

特開2001-60336号公報

25 非特許文献1

I S O M 2 0 0 1 のセッション W e - C - 0 5 （予稿集30頁）

## 発明の開示

本発明は、前記のような従来の問題を解決するものであり、基材厚が異なる複数の情報記録媒体に対して、安定して情報の記録や再生が可能な光学素子、光ヘッド、光情報記録再生装置、コンピュータ、映像記録装置、映像再生装置、サーバー、及びカーナビゲーションシステムを提供することを目的とする。

前記目的を達成するために、本発明の第1の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

10 波長400nmにおける前記基材の屈折率を $n$ 、1段当たりの前記溝の深さを $d$  (nm) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n-1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ $d$ と、深さ $2d$ との2段に形成されていることを特徴とする。

本発明の第2の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長400nmにおける前記基材の屈折率を $n$ 、1段当たりの前記溝の深さを $d$  (nm) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n-1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

20 の関係を満足し、

前記溝は、深さ $d$ と、深さ $2d$ と、深さ $3d$ と、深さ $4d$ との4段に形成されていることを特徴とする。

本発明の第1の光学ヘッドは、第1の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第1の波長の光を発する第1の光源と、

第2の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれか

をする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源、及び前記第 2 の光源から出射された光を集光する集光手段と、

5 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は、前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

10 前記光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  ( $\text{nm}$ ) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

15 の関係を満足し、前記溝は、深さ  $d$  の溝と、深さ  $2d$  の溝との 2 段に形成されており、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

20 本発明の第 2 の光学ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源、及び前記第 2 の光源から出射された光を集光する集光手段と、

25 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は、前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

- 5 前記光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足し、

- 10 前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  と、深さ  $4d$  との 4 段に形成されており、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

- 15 本発明の第 3 の光学ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

- 20 第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

- 25 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、



前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

前記第 1 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

- 5 波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  との 2 段に形成されており、

- 10 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

本発明の第 4 の光学ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

- 15 第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

- 20 前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

- 25 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録

媒体上に照射され、

前記第 1 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

5 
$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  と、深さ  $4d$  との 4 段に形成されており、

10 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

本発明の第 1 の光情報記録再生装置は、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

15 第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源、及び前記第 2 の光源から出射された光を集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する光学素子と、

20 前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する光検出手段とを含む光ヘッドとを備え、

さらに、前記情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる移動手段を備え、

25 前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は、前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

前記光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長 40

0 nmにおける前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足し、前記溝は、深さ  $d$  の溝と、深さ  $2d$  の溝との 2 段の溝

5 であり、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

本発明の第 2 の光情報記録再生装置は、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する

10 第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源、及び前記第 2 の光源から出射された光を集光する集光手段と、

15 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する光検出手段を含む光ヘッドを備え、

さらに、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる

20 移動手段とを備え、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は、前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

前記光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$

25 (nm) とすると、

$$380 \text{ (nm)} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ (nm)}$$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$ 、深さ  $2d$ 、深さ  $3d$ 、深さ  $4d$  との 4 段に形成されており、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光  
5 を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

本発明の第 3 の光情報記録再生装置は、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれか  
10 をする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

15 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを含む光ヘッドを備え、

さらに、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる  
20 移動手段を備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

前記第 1 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、  
25 波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  との 2 段に形成されており、

- 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光  
5 を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

本発明の第 4 の光情報記録再生装置は、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

- 第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれか  
10 をする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

- 15 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを含む光ヘッドを備え、

- さらに、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる  
20 移動手段を備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

- 前記第 1 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、  
25 波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n-1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

の関係を満たし、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  と、深さ  $4d$  との 4 段に形成されており、

- 5 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

本発明の第 3 の光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

- 10 波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

$$760\text{ nm} \leq (n-1) \times d \leq 840\text{ nm}$$

の関係を満たし、

前記段差の高さは、 $d$  の整数倍であることを特徴とする。

- 15 本発明の第 5 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする  $380\text{ nm} \sim 420\text{ nm}$  の範囲の第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

- 20 前記第 1 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

- 25 前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

前記 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d$  (nm) とすると、

$$760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$$

の関係を満足することを特徴とする。

- 5 本発明の第 6 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする 380 nm ~ 420 nm の範囲の第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

- 10 前記第 1 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

- 15 前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

前記第 2 の光源の位置は、前記光学素子が無いときの前記第 2 の情報記録媒体の情報記録面における収差が最小となる位置よりも前記集光手段に近い側に設定し、

- 20 前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d$  (nm) とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足することを特徴とする。

- 25 本発明の第 7 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする 380 nm ~ 420 nm の範囲の第

1の波長の光を発する第1の光源と、

第2の情報記録媒体に情報に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第2の波長の光を発する第2の光源と、

5 前記第1の波長の光は透過させ、前記第2の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

前記第1の波長の光、及び前記第2の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第1の波長の光、及び前記第2の波長の光を検出する検出手段とを備え、

10 前記第2の光源の位置は、前記光学素子が無いときの前記第2の情報記録媒体の情報記録面における収差が最小となる位置と、前記集光手段に入射する第2の波長の光が平行光となる位置との略中間の位置に対して前記集光手段から遠い側に設定し、

15 前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

波長400nmにおける前記基材の屈折率を $n$ 、1段当たりの前記段差の高さを $d$  (nm) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

の関係を満足することを特徴とする。

20 本発明の第8の光ヘッドは、第1の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする380nm～420nmの範囲の第1の波長の光を発する第1の光源と、

第2の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第2の波長の光を発する第2の光源と、

25 前記第1の波長の光は透過させ、前記第2の波長の光の位相を変化させる光学素子と、



前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

- 5 前記集光手段に入射する第 2 の波長の光は平行光であり、

前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

- 10  $380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$

の関係を満足することを特徴とする。

本発明の第 9 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする  $380\text{ nm} \sim 420\text{ nm}$  の範囲の第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

- 15 第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

- 20 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

- 25 前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

前記光学素子の波長  $400\text{ nm}$  での屈折率を  $n_1$ 、前記第 3 の波長を  $\lambda_3\text{ (nm)}$ 、前記光学素子の波長  $\lambda_3$  での屈折率を  $n_3$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

$$760\text{ nm} \leq (n_1 - 1) \times d \leq 840\text{ nm}$$

- 5  $-10\text{ nm} \leq \lambda_1 / (n_1 - 1) - \lambda_3 / (n_3 - 1) / 2 \leq 10\text{ nm}$   
 の関係を満足することを特徴とする。

本発明の第 10 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする  $380\text{ nm} \sim 420\text{ nm}$  の第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

- 10 第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

- 15 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は透過させ、前記第 3 の波長の光は回折させる液晶素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

- 20 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

- 25 波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

$$760\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840\text{ nm}$$

の関係を満足し、

- 前記液晶素子は、レリーフ状ホログラムパターンを有する基板と、前記レリーフ状ホログラムパターン上に形成される第 1 の透明電極と、液晶を挟んで前記第 1 の透明電極と対向配置される第 2 の透明電極とを備え、前記第 1 の透明電極と前記第 2 の透明電極に印加する電圧を制御して前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を透過させ、前記第 3 の波長の光を回折させることを特徴とする。

- 本発明の第 1 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

- 前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

- 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

- 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

本発明の第 2 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録

及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

- 5 第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

- 10 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

- 15 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出し、

前記第 1 の波長の光を前記第 1 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 1 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 1 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD1$  とし、

- 20 前記第 2 の波長の光を前記第 2 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 2 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 2 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD2$  とし、

前記第 3 の波長の光を前記第 3 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 3 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 3 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD3$  とすると、

- 25  $WD1$ 、 $WD2$ 、及び  $WD3$  のうち、最大の値と最小の値との差が、前記集光手段の径方向の最大値より小さいことを特徴とする。

本発明の第 1 3 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれか  
5 をする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

10 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

15 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出し、

前記第 1 の波長の光を前記第 1 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 1 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 1 の情報記録媒体側の先端との距離をWD 1 とし、

20 前記第 2 の波長の光を前記第 2 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 2 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 2 の情報記録媒体側の先端との距離をWD 2 とし、

前記第 3 の波長の光を前記第 3 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 3 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記  
25 第 3 の情報記録媒体側の先端との距離をWD 3 とすると、

WD 1、WD 2、及びWD 3 がほぼ等しいことを特徴とする。

本発明の第 1 4 の光ヘッドは、情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする光を発する光源と、

前記光源から出射された光を集光する集光手段と、

前記光を検出する光検出手段とを備え、

- 5 前記光は前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出し、

前記光検出手段から出力された複数の信号を並列に受けてこれを時系列信号に変換する変換手段をさらに備えたことを特徴とする。

- 10 本発明の第 5 の光情報記録再生装置は、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

- 15 第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

- 20 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを含む光ヘッドを備え、

さらに、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる移動手段を備えており、

- 25 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録

媒体上に照射され、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする。

本発明の第 1 5 の光ヘッドは、情報記録媒体に光を照射する第 1 の集光手段と第 2 の集光手段とを備えた光ヘッドであって、

前記第 1 の集光手段、及び前記第 2 の集光手段はトラッキング方向に並んでおり、

前記第 1 の集光手段は前記情報記録媒体の内周側に位置し、前記第 2 の集光手段は前記情報記録媒体の外周側に位置し、

10 前記第 1 の集光手段の外径は前記第 2 の集光手段の外径よりも小さく、前記情報記録媒体を回転させる回転系と前記光ヘッドが近接したときに、前記第 2 の集光手段で前記情報記録媒体の最内周の情報を再生できることを特徴とする。

本発明の第 1 6 の光ヘッドは、基材厚が異なる少なくとも 3 つの情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする光ヘッドであって、

前記情報記録媒体に光を照射する第 1 の集光手段と第 2 の集光手段とを有し、

20 前記第 1 の集光手段は、基材厚が最も厚い第 1 の情報記録媒体に光を照射し、前記第 2 の集光手段は、前記第 1 の情報記録媒体を除いた情報記録媒体に光を照射することを特徴とする。

本発明の第 1 7 の光ヘッドは、基材厚が異なる複数の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする光ヘッドであって、

25 前記複数の情報記録媒体に光を照射する複数の集光手段と、フォーカス方向及びトラッキング方向に移動可能な可動体とを備え、

基材厚の最も薄い情報記録媒体に光を照射する集光手段が前記可動体

の略中央に位置し、かつ前記複数の集光手段はトラッキング方向に並んで前記可動体に搭載されていることを特徴とする。

本発明の第 18 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

10 前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

前記第 1 の情報記録媒体に前記第 2 の波長の光を照射して前記第 1 の情報記録媒体の傾きを検出することを特徴とする。

本発明の第 19 の光ヘッドは、第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の波長の光を前記第 1 の情報記録媒体に集光する第 1 の集光手段と、

前記第 2 の波長の光を前記第 2 の情報記録媒体に集光する第 2 の集光手段と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

25 前記第 1 の情報記録媒体に前記第 2 の波長の光を照射して前記第 1 の情報記録媒体の傾きを検出することを特徴とする。



本発明の液晶素子は、レリーフ状ホログラムパターンを有する基板と、前記レリーフ状ホログラムパターン上に形成される第 1 の透明電極と、液晶を挟んで前記第 1 の透明電極と対向配置された第 2 の透明電極とを備え、

- 5 前記第 1 の透明電極、及び前記第 2 の透明電極に印加する電圧を制御して前記液晶に入射する光に対し、回折と透過とを切り換えることができることを特徴とする。

- 本発明の第 6 の光情報記録再生装置は、前記第 5 から第 10 のいずれかの光ヘッド、又は前記第 15 から第 19 のいずれかの光ヘッドと、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる移動手段とを備えた光情報記録再生装置。
- 10

本発明のコンピュータは、前記各光ヘッドのいずれかを含む光情報記録再生装置を外部記憶装置として備えたことを特徴とする。

- 本発明の映像記録装置は、前記各光ヘッドのいずれかを含む光情報記録再生装置を備え、情報記録媒体に対し映像の記録及び再生のうち少なくとも映像の記録をすることを特徴とする。
- 15

本発明の再生専用の映像再生装置は、前記各光ヘッドのいずれかを含む光情報記録再生装置を備え、情報記録媒体から映像を再生することを特徴とする。

- 20 本発明のサーバーは、前記各光ヘッドのいずれかを含む光情報記録再生装置を外部記憶装置として備えたことを特徴とする。

本発明のカーナビゲーションシステムは、前記各光ヘッドのいずれかを含む光情報記録再生装置を外部記憶装置として備えたことを特徴とする。

25

図面の簡単な説明

図 1 A は、本発明の実施の形態 1 に係る高密度光ディスクを記録再生している状態の構成図。

図 1 B は、本発明の実施の形態 1 に係る DVD を記録再生している状態の構成図。

5 図 1 C は、本発明の実施の形態 1 に係る CD を記録再生している状態の構成図。

図 2 A は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムの表面図。

10 図 2 B は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムの裏面図。

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムの断面図。

図 4 A は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムを波長  $\lambda_2$  の光が通った後の波面の模式図。

15 図 4 B は、図 4 A の波面において、波長の整数部分を無視して換算した波面の模式図。

図 5 は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムで回折される光の回折効率を示す概念図。

図 6 A は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムを波長  $\lambda_3$  の光が通った後の波面の模式図。

20 図 6 B は、図 6 A の波面において、波長の整数部分を無視して換算した波面の模式図。

図 7 は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムの別の断面図。

25 図 8 A は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムを波長  $\lambda_2$  の光が通った後の波面の模式図。

図 8 B は、図 8 A の波面において、波長の整数部分を無視して換算し

た波面の模式図。

図 8 C は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムを波長  $\lambda$  3 の光が通った後の波面の模式図。

図 8 D は、図 8 C の波面において、波長の整数部分を無視して換算した波面の模式図。

図 9 A は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムで回折される光の回折効率を示す概念図。

図 9 B は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムで回折される光の透過効率を示す概念図。

10 図 1 0 は、本発明の実施の形態 1 に用いるダイクロホログラムで回折された光の主要な方向を示す模式図。

図 1 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る光ディスクドライブの構成図。

図 1 2 A は、本発明の実施の形態 1 に係る光ディスクドライブでディスクに情報を記録再生する際にディスクと集光手段との距離が W D 1 の  
15 場合の模式図。

図 1 2 B は、本発明の実施の形態 1 に係る光ディスクドライブでディスクに情報を記録再生する際にディスクと集光手段との距離が W D 2 の場合の模式図。

図 1 2 C は、本発明の実施の形態 1 に係る光ディスクドライブでディスクに情報を記録再生する際にディスクと集光手段との距離が W D 3 の  
20 場合の模式図。

図 1 3 A は、従来例の光ディスクドライブでディスクに情報を記録再生する際にディスクと集光手段との距離が W D a の場合の模式図。

図 1 3 B は、従来例の光ディスクドライブでディスクに情報を記録再生する際にディスクと集光手段との距離が W D b の場合の模式図。  
25

図 1 4 A は、本発明の実施の形態 1 に係る光ヘッドの付属回路の構成

図。

図 1 4 B は、本発明の実施の形態 1 に係る光ヘッドの付属回路の別の例に係る構成図。

図 1 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る光ヘッドの付属回路から出力  
5    される信号の概略図。

図 1 6 A は、本発明の実施の形態 2 に係る光学系において、高密度光ディスクを記録再生している状態の構成図。

図 1 6 B は、本発明の実施の形態 2 に係る光学系において、DVDを記録再生している状態の構成図。

10    図 1 7 A は、本発明の実施の形態 2 に用いるダイクロホログラムの表面図。

図 1 7 B は、本発明の実施の形態 2 に用いるダイクロホログラムの裏面図。

図 1 8 A は、本発明の実施の形態 2 に係る光学系において、高密度光  
15    ディスクを記録再生している状態の別の例の構成図。

図 1 8 B は、本発明の実施の形態 2 に係る光学系において、DVDを記録再生している状態の別の例の構成図。

図 1 9 A は、本発明の実施の形態 2 に用いる別の例のダイクロホログラムの表面図。

20    図 1 9 B は、本発明の実施の形態 2 に用いる別の例のダイクロホログラムの裏面図。

図 2 0 A は、本発明の実施の形態 3 の光学系において、高密度光ディスクを記録再生している状態の構成図。

図 2 0 B は、本発明の実施の形態 3 の光学系において、DVDを記録  
25    再生している状態の構成図。

図 2 0 C は、本発明の実施の形態 3 の光学系において、CDを記録再

生している状態の構成図。

図 2 1 A は、本発明の実施の形態 3 に用いるダイクロホログラムの表面図。

5 図 2 1 B は、本発明の実施の形態 3 に用いるダイクロホログラムの裏面図。

図 2 1 C は、本発明の実施の形態 3 に用いるダイクロホログラムの断面図。

図 2 2 は、本発明の実施の形態 3 に係るダイクロホログラムの断面図。

10 図 2 3 A は、本発明の実施の形態 3 に用いるダイクロホログラムを波長  $\lambda_2$  の光が通った後の波面の模式図。

図 2 3 B は、図 2 3 A の波面において、波長の整数部分を無視して換算した波面の模式図。

図 2 4 は、本発明の実施の形態 3 に係るダイクロホログラムで回折される光の回折効率を示す概念図。

15 図 2 5 A は、本発明の実施の形態 3 に係るダイクロホログラムを波長  $\lambda_3$  の光が通った後の波面の模式図。

図 2 5 B は、図 2 5 A の波面において、波長の整数部分を無視して換算した波面の模式図。

図 2 6 は、本発明の実施の形態 4 に係る光ヘッドの構成図。

20 図 2 7 A は、本発明の実施の形態 4 に係る対物レンズ駆動装置の構成概略図。

図 2 7 B は、図 2 7 A に示した対物レンズ駆動装置の側面図。

図 2 8 は、本発明の実施の形態 5 に係る光ヘッドの構成を示す概略図。

図 2 9 A は、本発明の実施の形態 5 に係る位相板の平面図。

25 図 2 9 B は、本発明の実施の形態 5 に係る位相板の側面図。

図 3 0 は、本発明の実施の形態 5 に係る波面収差の図。

- 図 3 1 は、本発明の実施の形態 6 に係る光ヘッドの構成図。
- 図 3 2 A は、本発明の実施の形態 6 に係る位相板の平面図。
- 図 3 2 B は、本発明の実施の形態 6 に係る位相板の側面図。
- 図 3 3 は、本発明の実施の形態 6 に係る波面収差の図。
- 5 図 3 4 は、本発明の実施の形態 7 に係る光ヘッドの構成図。
- 図 3 5 A は、本発明の実施の形態 7 による位相板の平面図。
- 図 3 5 B は、本発明の実施の形態 7 による位相板の側面図。
- 図 3 6 は、本発明の実施の形態 7 に係る波面収差の図。
- 図 3 7 は、本発明の実施の形態 8 に係る光ヘッドの構成図。
- 10 図 3 8 は、本発明の実施の形態 8 に係るミラーの構成図。
- 図 3 9 A は、本発明の実施の形態 9 に係る位相板の側面図。
- 図 3 9 B は、本発明の実施の形態 9 に係る位相板の平面図。
- 図 4 0 は、本発明の実施の形態 1 0 に係る光ヘッドの構成図。
- 図 4 1 A は、本発明の実施の形態 1 0 に係る液晶ホログラムの平面図。
- 15 図 4 1 B は、本発明の実施の形態 1 0 に係る液晶ホログラムの断面図。
- 図 4 2 A は、本発明の実施の形態 1 0 に係る位相板の構成図。
- 図 4 2 B は、本発明の実施の形態 1 0 に係る位相板の側面図。
- 図 4 3 は、本発明の実施の形態 1 1 に係る光ヘッドの構成図。
- 図 4 4 は、本発明の実施の形態 1 1 に係る対物レンズ駆動装置の構成
- 20 図。
- 図 4 5 は、対物レンズをチルト駆動した状態を説明する図。
- 図 4 6 は、本発明の実施の形態 1 1 による 3 つのスポットの位置を説明する図。
- 図 4 7 は、本発明の実施の形態 1 1 による光ヘッドの構成図。
- 25 図 4 8 は、本発明の実施の形態 1 2 に係る光ヘッドの構成図。
- 図 4 9 A は、本発明の実施の形態 1 2 に係る対物レンズの断面図。

図 4 9 B は、本発明の実施の形態 1 2 に係る対物レンズの裏面図。

図 5 0 は、本発明の実施の形態 1 2 に係るチルト検出を説明する図。

図 5 1 は、本発明の実施の形態 1 3 に係る光ヘッドの構成図。

図 5 2 は、本発明の光ヘッドを用いた光ディスクドライブの概略図。

5 図 5 3 は、本発明の光ディスクドライブを用いたパソコンの外観図。

図 5 4 は、本発明の光ディスクドライブを用いた光ディスクレコーダーの外観図。

図 5 5 は、本発明の光ディスクドライブを用いた光ディスクプレーヤーの外観図。

10 図 5 6 は、本発明の光ディスクドライブを用いたサーバーの外観図。

図 5 7 は、本発明の光ディスクドライブを用いたカーナビゲーションシステムの外観図。

図 5 8 A は、第 1 の従来例に係る光ヘッドにおいて、DVD を記録再生している状態の構成図。

15 図 5 8 B は、第 1 の従来例に係る光ヘッドにおいて、CD を記録再生している状態の構成図。

図 5 9 は、第 1 の従来例に係るダイクロホログラムの断面図。

図 6 0 A は、第 1 の従来例に係るダイクロホログラムを波長  $\lambda_2$  の光が通った後の波面の模式図。

20 図 6 0 B は、図 6 0 A の波面において、波長の整数部分を無視して換算した波面の模式図。

図 6 1 は、第 2 の従来例に係る光ヘッドの構成図。

図 6 2 A は、第 2 の従来例の位相板の平面図。

図 6 2 B は、第 2 の従来例の位相板の側面図。

25 図 6 3 は、第 3 の従来例の対物レンズ駆動装置の構成図。

図 6 4 は、第 3 の従来例の 3 つのスポットの位置を説明する図。

発明を実施するための最良の形態

前記本発明の第1の光学素子によれば、波長380～420nmの光は効率良く透過し、630～680nmの光は効率良く回折することができるため、波長の異なる光の波面を少ない損失で変換することができる。また、2段溝なので容易に製造できる。

前記本発明の第2の光学素子によれば、波長380～420nmの光は効率良く透過し、波長630～680nmの光は効率良く回折することができるため、波長の異なる光の波面を少ない損失で変換することができる。また、4段溝なので回折される光の効率がより向上する。

前記第2の光学素子においては、前記の溝の深さは、深さ2d、深さ4d、深さd、深さ3dの順、又は深さ3d、深さd、深さ4d、深さ2dの順並んでいることが好ましい。この構成によれば、回折される光の効率をさらに向上できる。

また、前記溝は、同心円状に形成されていることが好ましい。この構成によれば、平行光として入射した平面の波面を収束する波面又は発散する波面に変換することができる。また、球面収差を同時に与えたり、取り除いたりすることができる。

また、前記溝は、溝が形成されていない部分を介して隣接しており、前記溝における各段の幅、及び前記溝が形成されていない部分の幅は、略同一であることが好ましい。この構成によれば、製造が容易で、回折光の効率をより向上できる。

前記本発明の第1の光ヘッドによれば、第1の光は光学素子を効率良く透過して第1の情報記録媒体を記録再生し、第2の光は光学素子で効率良く回折され第2の情報記録媒体を記録再生することができる。また、2段溝なので容易に製造できる。



本発明の第2の光ヘッドによれば、第1の光は光学素子を効率良く透過して第1の情報記録媒体を記録再生し、第2の光は光学素子で効率良く回折され第2の情報記録媒体を記録再生することができる。また光学素子は4段溝なので回折される光の効率がより良くなる。

- 5 前記第1、第2の光ヘッドにおいては、前記溝の深さは、深さ2d、深さ4d、深さd、深さ3dの順、又は深さ3d、深さd、深さ4d、深さ2dの順に並んでいることが好ましい。この構成によれば、回折される光の効率がさらに向上できる。

- 10 また、前記第2の波長は、前記第1の波長の1.5から1.8倍の長さであることが好ましい。この構成によれば、光の利用効率をさらに向上できる。

- また、前記光学素子の溝は、前記集光手段に近い側の面に形成されていることが好ましい。この構成によれば、集光手段と光学素子の溝の面を近づけることで、同じ波面を作る場合でも溝の間隔を大きくできるので、作製が容易になる。
- 15

また、前記光学素子で回折された第2の波長の光は、入射した光に比べ発散する方向の光が、収束する方向の光より強いことが好ましい。この構成によれば、回折した光の焦点距離を伸ばすことができるので基材厚の厚いディスクを記録再生するときでも作動距離をほぼ一定にできる。

- 20 また、前記光学素子は、前記光学素子で回折された第2の波長の光が第2の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を $70\text{ m}\lambda$ 以下に補正することが好ましい。この構成によれば、回折光は第2の情報記録媒体に情報を記録再生する際の収差を十分小さく補正できるので、情報を安定して記録再生できる。

- 25 本発明の第3の光ヘッドによれば、1つの光学素子で第2の光と第3の光の収差を補正した波面に変換するため、構造が簡単になる。また、

深さが２段の溝を備えているので、第１の光は効率良く透過し、第２の光は効率良く回折することができるため、波長の異なる光の波面を少ない損失で変換することができる。さらに、２段溝なので容易に製造できる。

- 5      本発明の第４の光ヘッドによれば、１つの光学素子で第２の光と第３の光の収差を補正した波面に変換するため、構造が簡単になる。また、深さが４段の溝を備えているので、第１の光は効率良く透過し、第２の光は効率良く回折することができるため、波長の異なる光の波面を少ない損失で変換することができる。さらに、４段溝なので光の利用効率を
- 10      良くすることができる。

前記第３、第４の光ヘッドにおいては、前記溝は、深さ２ｄ、深さ４ｄ、深さｄ、深さ３ｄの順、又は深さ３ｄ、深さｄ、深さ４ｄ、深さ２ｄの順並んでいることが好ましい。この構成によれば、回折される光の効率がさらに向上できる。

- 15      また、前記第２の波長は、前記第１の波長の１．５から１．８倍の長さであり、前記第３の波長は、前記第１の波長の１．８から２．２倍の長さであることが好ましい。この構成によれば、光の利用効率をさらに向上できる。

- また、前記第１の光学素子の中心付近の略円形の領域を第１の領域とし、前記第１の領域を囲む略環状の領域を第２の領域とし、前記第２の領域の外側の領域を第３の領域とすると、
- 20

- 前記第１の波長の光は、前記第１、第２、及び第３の領域を通り、前記第２の波長の光は、前記第１、及び第２の２つの領域を通り、前記第３の波長の光は、前記第１の領域を通ることが好ましい。この構成によれば、１つの光学素子の異なる領域を用いて、各波長の光それぞれに最適な波面に変換することができるので、情報を安定して記録再生できる。
- 25

また、前記第 1 の光学素子で回折された前記第 2 の波長、及び前記第 3 の波長の光は、入射した光に比べ発散する方向の光が、収束する方向の光より強いことが好ましい。この構成によれば、回折した光の焦点距離を伸ばすことができるので基材厚の厚いディスクを記録再生するとき  
5   でも作動距離をほぼ一定にできる。

また、前記第 1 の光学素子で回折された第 2 の波長の光が第 2 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正し、

前記第 1 の光学素子で回折された第 3 の波長の光が第 3 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正し、

10   前記第 1 の波長の光の位相には変化を与えない位相補正手段を、前記光源から前記情報記録媒体までの光路に備えたことが好ましい。この構成によれば、回折光は第 2 の情報記録媒体と第 3 の情報記録媒体に情報を記録再生する際の収差を十分小さく補正できるので情報を安定して記録再生できる。

15   また、前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射されることが好ましい。この構成によれば、2 つの  
20   光学素子を使って第 2 の光と第 3 の光のそれぞれの収差を補正した波面に変換するため、収差をより小さくなるように補正でき、情報を安定して記録再生できる。

また、前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

25   前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情

報記録媒体上に照射され、

前記第 2 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

5       $760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  との 2 段に形成されていることが好ましい。この構成によれば、2 つの光学素子を使って、第 2 の光と第 3 の光のそれぞれの収差を補正した波面に変換するため、収差をより小さく  
10      なるように補正でき、情報を安定して記録再生できる。また、第 2 の光学素子は 2 段溝なので容易に製造できる。

また、前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光  
15      は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、

前記第 2 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

20       $760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  との 3 段に形成されていることが好ましい。この構成によれば、2 つの光学素子を使って、第 2 の光と第 3 の光のそれぞれの収差を補正した波面に変換するため、収差  
25      をより小さくなるように補正でき、情報を安定して記録再生できる。また、第 2 の光学素子は 3 段溝なので、光の利用効率を向上できる。

また、前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、

前記第 1 の光学素子、及び前記第 2 の光学素子は、一枚の基材の表と裏に形成されていることが好ましい。この構成によれば、一枚の光学素子に 2 つの機能を持たせることができるので、光ヘッドの構成がより簡単になる。

10 また、前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、

15 前記第 1 の光学素子、及び前記第 2 の光学素子は、一枚の基材の表と裏に形成されており、前記一枚の基材の両面のうち、前記第 2 の光学素子が形成されている面が、前記集光手段に近いことが好ましい。この構成によれば、集光手段と第 2 の光学素子の溝の面を近づけることで、より小さい溝間隔が必要な第 2 の情報記録媒体に対して同じ波面を作る場合でも溝の間隔を大きくできるので、作製が容易になる。

また、前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、

前記第 1 及び第 2 の光学素子は、前記第 1 及び第 2 の光学素子で回折

された前記第 2 の波長の光が第 2 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正し、前記第 1 の光学素子で回折された第 3 の波長の光が第 3 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正することが好ましい。この構成によれば、回折光は第 2 の  
5 情報記録媒体と第 3 の情報記録媒体に情報を記録再生する際の収差を十分小さく補正できるので、情報を安定して記録再生できる。

また、前記第 1 の波長の光を前記第 1 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 1 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 1 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD1$  とし、

10 前記第 2 の波長の光を前記第 2 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 2 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 2 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD2$  とし、

前記第 3 の波長の光を前記第 3 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 3 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記  
15 第 3 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD3$  とすると、

$WD1$ 、 $WD2$ 、及び  $WD3$  のうち、最大の値と最小の値との差が、前記集光手段の径方向の最大値より小さいことが好ましい。この構成によれば、種類の異なる情報記録媒体に情報を記録再生する際も集光手段の高さをより安定して変えることができ、より情報を安定して記録再生  
20 できる。

また、前記第 1 の波長の光を前記第 1 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 1 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 1 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD1$  とし、

前記第 2 の波長の光を前記第 2 の情報記録媒体に照射する際において、  
25 前記第 2 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 2 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD2$  とし、

前記第 3 の波長の光を前記第 3 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 3 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 3 の情報記録媒体側の先端との距離をWD 3 とすると、

WD 1、WD 2、及びWD 3 がほぼ等しいことが好ましい。この構成  
5 によれば、種類の異なる情報記録媒体に情報を記録再生する際も集光手段の高さがほぼ同じため、光ヘッドを小さくすることができる。

前記第 1 から第 4 のいずれかの光ヘッドにおいては、前記光検出手段から出力された複数の信号を並列に受けてこれを時系列信号に変換する  
10 変換手段をさらに備えたことが好ましい。この構成によれば、光ヘッドとドライブとを結ぶ信号線の本数を減らすことができるため、光ヘッドを作製し易くできる。

また、前記光検出手段から出力された複数の信号を並列に受けてこれを時系列信号変換する変換手段をさらに備え、前記時系列信号は電気信号であることが好ましい。この構成によれば、取り扱いが容易である。

15 また、前記光検出手段から出力された複数の信号を並列に受けてこれを時系列信号に変換する第 1 の変換手段と、前記第 1 の変換手段から出力される電気信号を受けてこれを光信号に変換する第 2 の変換手段とをさらに備えたことが好ましい。この構成によれば、光信号に変換するの  
20 で周波数の高い信号でも減衰することなく、ノイズも少ない信号を出力できる。

本発明の第 1 の光情報記録再生装置によれば、第 1 の光は光学素子を効率良く透過して第 1 の情報記録媒体を記録再生し、第 2 の光は光学素子で効率良く回折され第 2 の情報記録媒体を記録再生することができる。  
また、2 段溝なので容易に製造できる。

25 本発明の第 2 の光情報記録再生装置によれば、第 1 の光は光学素子を効率良く透過して第 1 の情報記録媒体を記録再生し、第 2 の光は光学素

子で効率良く回折され第2の情報記録媒体を記録再生することができる。  
また光学素子は4段溝なので回折される光の効率がより良くなる。

前記本発明の第2の光情報記録再生装置においては、前記第2の光学素子においては、前記の溝の深さは、深さ2d、深さ4d、深さd、深  
5 さ3dの順、又は深さ3d、深さd、深さ4d、深さ2dの順並んでい  
ることが好ましい。この構成によれば、回折される光の効率をさらに向  
上できる。

本発明の第3の光情報記録再生装置によれば、1つの光学素子で第2  
の光と第3の光の収差を補正した波面に変換するため、構造が簡単にな  
10 る。また、深さが2段の溝を備えているので、第1の光は効率良く透過  
し、第2の光は効率良く回折することができるため、波長の異なる光の  
波面を少ない損失で変換することができる。さらに、2段溝なので容易  
に製造できる。

本発明の第4の光情報記録再生装置によれば、1つの光学素子で第2  
15 の光と第3の光の収差を補正した波面に変換するため、構造が簡単にな  
る。また、深さが4段の溝を備えているので、第1の光は効率良く透過  
し、第2の光は効率良く回折することができるため、波長の異なる光の  
波面を少ない損失で変換することができる。さらに、4段溝なので光の  
利用効率を良くすることができる。

20 本発明の第3、第4の光情報記録再生装置においては、前記第1の波  
長の光、及び前記第3の光は透過し、前記第2の波長の光は回折する第  
2の光学素子をさらに備えており、

前記第1の波長の光、前記第2の波長の光、及び前記第3の波長の光  
は、前記2つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情  
25 報記録媒体上に照射されることが好ましい。この構成によれば、2つの  
光学素子を使って第2の光と第3の光のそれぞれの収差を補正した波面



に変換するため、収差をより小さくなるように補正でき、情報を安定して記録再生できる。

5 本発明の第3の光学素子によれば、波長380～420nmの光は効率良く透過し、630～680nmの光の波面を変換させることができる。

前記本発明の第3の光学素子においては、前記段差は、同心円状に形成されていることが好ましい。この構成によれば、平行光として入射した平面の波面を収束する波面又は発散する波面に変換することができる。また、球面収差を同時に与えたり、取り除いたりすることができる。

10 本発明の第5の光ヘッドによれば、波長380～420nmの光は効率良く透過し、630～680nmの光の波面を変換させることができる。

本発明の第6の光ヘッドによれば、超高密度光ディスク（第1の情報記録媒体）とDVD（第2の情報記録媒体）のそれぞれに対して、簡単な構成の位相板によって光の損失を抑えられる。

本発明の第7の光ヘッドによれば、集光手段に入射する発散光の発散度合いが小さくなるので、集光手段がトラッキング方向に駆動されてもコマ収差の発生を小さくすることができる。

20 前記第5から7のいずれかの光ヘッドにおいては、前記集光手段を傾けるチルト駆動手段をさらに備えたことが好ましい。この構成によれば、コマ収差を打ち消すことができる。

本発明の第8の光ヘッドによれば、集光手段に入射する光が平行光になるので、集光手段のチルト駆動装置が必要なくなり、光ヘッドを簡素化できる。

25 前記本発明の第5から第8のいずれか一の光ヘッドにおいては、前記光学素子は、第2の波長の光が第2の情報記録媒体の情報記録面に集光

する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正することが好ましい。この構成によれば、波面収差がマーシャル基準の  $70\text{ m}\lambda$  以下となり、光ヘッドは回折限界性能を有しており、情報の記録再生が良好になる。

5 本発明の第 9 の光ヘッドによれば、前記関係式を満足する光学素子を備えたことにより、第 1、第 3 の光にはほとんど影響を与えず、第 2 の波長の光には波面を変換させることができる。

本発明の第 10 の光ヘッドによれば、液晶素子を備えたことにより、超高密度光ディスク（第 1 の情報記録媒体）と DVD（第 2 の情報記録媒体）のときに、OFF の状態にすればこれらの光に影響を与えず、CD（第 3 の情報記録媒体）のときに ON の状態にすれば、光の波面を変換することができる。

本発明の第 11 の光ヘッドによれば、第 1 の光で高密度の第 1 の情報記録媒体を記録再生し、第 2 の光で第 2 の情報記録媒体を記録再生し、第 3 の光で第 3 の情報記録媒体を記録再生することができる。また、1  
15 つの光学素子で第 2 の光と第 3 の光の収差を補正した波面に変換するため構造が簡単になる。

前記本発明の第 11 の光ヘッドにおいては、前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

20 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射されることが好ましい。この構成によれば、2 つの光学素子を使って、第 2 の光と第 3 の光とのそれぞれの収差を補正した波面に変換するため、収差をより小さくなるように補正でき、情報を安定して記録再生できる。

また、前記第 2 の波長は、前記第 1 の波長の  $1.5$  から  $1.8$  倍の長

さであり、前記第 3 の波長は、前記第 1 の波長の 1.8 から 2.2 倍の長さであることが好ましい。この構成によれば、光の利用効率をさらに向上できる。

5 また、前記第 1 の光学素子の中心付近の略円形の領域を第 1 の領域とし、前記第 1 の領域を囲む略環状の領域を第 2 の領域とし、前記第 2 の領域の外側の領域を第 3 の領域とすると、

前記第 1 の波長の光は、前記第 1、第 2、及び第 3 の領域を通り、前記第 2 の波長の光は、前記第 1、及び第 2 の 2 つの領域を通り、前記第 3 の波長の光は、前記第 1 の領域を通ることが好ましい。この構成によ  
10 れば、1 つの光学素子の異なる領域を用いて、各波長の光それぞれに最適な波面に変換することができるので、情報を安定して記録再生できる。

また、前記第 1 の光学素子で回折された前記第 2 の波長、及び前記第 3 の波長の光は、入射した光に比べ発散する方向の光が、収束する方向の光より強いことが好ましい。この構成によれば、回折した光の焦点距  
15 離を伸ばすことができるので基材厚の厚いディスクを記録再生するときでも作動距離をほぼ一定にできる。

また、前記第 1 の光学素子で回折された第 2 の波長の光が第 2 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正し、

前記第 1 の光学素子で回折された第 3 の波長の光が第 3 の情報記録媒  
20 体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正し、

前記第 1 の波長の光の位相には変化を与えない位相補正手段を、前記光源から前記情報記録媒体までの光路に備えたことが好ましい。この構成によれば、回折光は第 2 の情報記録媒体と第 3 の情報記録媒体に情報を記録再生する際の収差を十分小さく補正できるので情報を安定して記  
25 録再生できる。

また、前記第 2 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であっ

て、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

$$760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$$

5 の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  との 2 段に形成されていることが好ましい。この構成によれば、2つの光学素子を使って、第2の光と第3の光のそれぞれの収差を補正した波面に変換するため、収差をより小さく

10 学素子は 2 段溝なので容易に製造できる。

また、前記第2の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

15  $760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  との 3 段に形成されていることが好ましい。この構成によれば、2つの光学素子を使って、第2の光と第3の光のそれぞれの収差を補正した波面に変換するため、収差  
20 をより小さくするように補正でき、情報を安定して記録再生できる。また、第2の光学素子は 3 段溝なので、光の利用効率を向上できる。

また、前記第1の光学素子、及び前記第2の光学素子は、一枚の基材の表と裏に形成されていることが好ましい。この構成によれば、一枚の光学素子に2つの機能を持たせることができるので、光ヘッドの構成が  
25 より簡単になる。

また、前記第1の光学素子、及び前記第2の光学素子は、一枚の基材

の表と裏に形成されており、前記一枚の基材の両面のうち、前記第 2 の光学素子が形成されている面が、前記集光手段に近いことが好ましい。この構成によれば、集光手段と第 2 の光学素子の溝の面を近づけることで、より小さい溝間隔が必要な第 2 の情報記録媒体に対して同じ波面を作る場合でも溝の間隔を大きくできるので、作製が容易になる。

また、前記第 1 及び第 2 の光学素子は、前記第 1 及び第 2 の光学素子で回折された前記第 2 の波長の光が第 2 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正し、前記第 1 の光学素子で回折された第 3 の波長の光が第 3 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正することが好ましい。この構成によれば、回折光は第 2 の情報記録媒体と第 3 の情報記録媒体に情報を記録再生する際の収差を十分小さく補正できるので、情報を安定して記録再生できる。

本発明の第 1 2 の光ヘッドによれば、種類の異なる情報記録媒体に情報を記録再生する際も集光手段の高さをより安定して変えることができ、より情報を安定して記録再生できる。

本発明の第 1 3 の光ヘッドによれば、種類の異なる情報記録媒体に情報を記録再生する際も集光手段の高さがほぼ同じため、光ヘッドを小さくすることができる。

本発明の第 1 4 の光ヘッドによれば、光ヘッドとドライブとを結ぶ信号線の本数を減らすことができるため、光ヘッドを作製し易くできる。

前記本発明の第 1 4 の光ヘッドにおいては、前記時系列信号は電気信号であることが好ましい。この構成によれば、取り扱いが容易である。

また、前記変換手段から出力される電気信号を受けてこれを光信号に変換する第 2 の変換手段とをさらに備えたことが好ましい。この構成によれば、光信号に変換するので周波数の高い信号でも減衰することなく、ノイズも少ない信号を出力できる。

本発明の第 5 の光情報記録再生装置によれば、第 1 の光で高密度の第 1 の情報記録媒体を記録再生し、第 2 の光で第 2 の情報記録媒体を記録再生し、第 3 の光で第 3 の情報記録媒体を記録再生することができる。また、1つの光学素子で第 2 の光と第 3 の光の収差を補正した波面に変換するため構造が簡単になる。

前記本発明の第 5 の光情報記録再生装置においては、前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射されることが好ましい。この構成によれば、2 つの光学素子を使って、第 2 の光と第 3 の光とのそれぞれの収差を補正した波面に変換するため、収差をより小さくなるように補正でき、情報を安定して記録再生できる。

本発明の第 1 5 の光ヘッドによれば、第 1 の集光手段の外径が小さいので、第 2 の集光手段も最内周位置に移動でき、最内周位置の情報を読み取ることが可能である。

本発明の第 1 6 の光ヘッドによれば、記録再生を行っていない他の波長の光を利用するので、簡単な構成でチルト検出が行え、新たにチルトセンサを付ける必要がなく、コストが削減できる。

前記本発明の第 1 6 の光ヘッドにおいては、前記第 1 の集光手段は、基材厚が 1.2 mm の情報記録媒体に光を照射し、第 2 の集光手段は基材厚が 0.1 mm と 0.6 mm の情報記録媒体に光を照射することが好ましい。

また、前記第 1 の集光手段と前記第 2 の集光手段は、トラッキング方向に並んでいることが好ましい。この構成によれば、一般的なトラッキ

ング検出方法であるDPP法や3ビーム法を用いることができ、良好なトラッキング検出が行えるようになる。

本発明の第17の光ヘッドによれば、チルト調整をした方が好ましい  
5 基材厚の最も薄い情報記録媒体が、可動体の略中央にあるので、チルト  
制御がフォーカス制御に干渉を起こすことを防止できる。

前記本発明の第17に記載の光ヘッドにおいては、集光手段を傾ける  
チルト駆動手段をさらに備えたことが好ましい。

本発明の第18、第19の光ヘッドによれば、記録再生を行っていない  
10 他の波長の光を利用するので、簡単な構成でチルト検出が行え、新た  
にチルトセンサを付ける必要がなく、コストが削減できる。

前記第18又は19の光ヘッドにおいては、前記第1の波長は、380nm～420nmの範囲であることが好ましい。

また、前記第19の光ヘッドにおいては、前記第1の集光手段と前記  
第2の集光手段とは、トラッキング方向に並んでいることが好ましい。  
15 この構成によれば、一般的なトラッキング検出方法であるDPP法や3  
ビーム法を用いることができ、良好なトラッキング検出が行えるよう  
になる。

また、前記第2の集光手段に、第2の波長の光が集光されずに透過す  
る領域を設けていることが好ましい。この構成によれば、この透過領域  
20 の光を用いて第1の情報記録媒体の傾きを検出できる。

また、前記第2の集光手段に、前記第2の波長の光が前記第1の情報  
記録媒体に集光する領域を設けていることが好ましい。この構成によれ  
ば、この集光領域の光を用いて第1の情報記録媒体の傾きを検出できる。

また、前記第1の集光手段と前記第2の集光手段とが搭載されたホル  
25 ダに、前記第2の波長の光が通過する穴を設けていることが好ましい。  
この構成によれば、ホルダの穴を通過する光を用いて第1の情報記録媒

体の傾きを検出できる。

本発明の液晶素子によれば、情報記録媒体の種類に応じて、光に影響を与える設定と、光の波面を変換する設定とを切り換えることができる。

- 本発明のコンピュータ、映像記録装置、映像再生装置、サーバー、及びカーナビゲーションシステムによれば、異なる種類の光ディスクに情報を安定して記録再生でき、広い用途に使用することができる。

以下、本発明の一実施の形態について図面を参照しながら説明する。  
以下の各図面において、同様の作用をするものは同一符号を付している。

(実施の形態 1)

- 10 図 1 に、実施の形態 1 に係る光ヘッド 20 の構成図を示している。光ヘッド 20 は、光ディスクに対し記録及び再生の少なくともいずれか(以下、「記録再生」という)をすることができる。図 1 A は、基材厚の薄い高密度光ディスクの記録再生状態を、図 1 B は、DVD ディスクの記録再生の状態を、図 1 C は、CD ディスクの記録再生の状態を示している。
- 15 光ヘッド 20 は、波長が 400 nm 前後 (380 nm ~ 420 nm) の青色半導体レーザー (第 1 の波長の光源) 21 と、波長が 630 nm ~ 680 nm の赤色半導体レーザー (第 2 の波長の光源) 22 と、波長が 780 nm ~ 820 nm の赤外半導体レーザー (第 3 の波長の光源) 23 との 3 種類の光源を備えている。
- 20 高密度光ディスク 30 を記録再生する際 (図 1 A) は、青色半導体レーザー 21 から出た波長  $\lambda_1$  の光は、波長選択プリズム 24、25 を透過しコリメータレンズ 26 で平行光になる。平行となった光はビームスプリッタ 27 で反射され、ダイクロホログラム (光学素子) 28 を透過し、対物レンズ (集光手段) 29 により収束光となって、高密度光ディ
- 25 スク (第 1 の情報記録媒体) 30 に照射される。

ここで対物レンズ 29 の開口数 (NA) は 0.85、高密度光ディ



ク 30 の基材厚は 0.1 mm を想定している。対物レンズ 29 は、波長  $\lambda 1$  の青色の光を基材厚 0.1 mm のディスクに照射したときに、収差の最小になるように、すなわち波面収差の標準偏差が最小になるように設計されている。また、ダイクロホログラム 28 は波長  $\lambda 1$  の光に対して、影響を与えず、透過させるように設計されている。

高密度光ディスク 30 で反射、回折、変調された光は、再び対物レンズ 29 とダイクロホログラム 28 を通り、ビームスプリッタ 27 を透過して検出レンズ 31 で収束光となり、光検出器（光検出手段）32 に入射する。光検出器 32 は複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を出力する。

DVD 33（第 2 の情報記録媒体）を記録再生する際（図 1 B）は、赤色半導体レーザー 22 から出た波長  $\lambda 2$  の光は、波長選択プリズム 24 で反射され、波長選択プリズム 25 を透過し、コリメータレンズ 26 で平行光になる。平行となった光は、ビームスプリッタ 27 で反射され、ダイクロホログラム（光学素子）28 により回折し波面が変換され、対物レンズ 29 により収束光となって、DVD ディスク 33 に照射される。

ここで、対物レンズ 29 から出射される光の開口数（NA）は、0.6 に制限される。DVD 33 の基材厚は 0.6 mm である。ダイクロホログラム 28 は、対物レンズ 29 を通過後の波長  $\lambda 2$  の赤色光を基材厚 0.6 mm のディスクに照射したときに、波面収差の標準偏差が 70 nm  $\lambda$  以下になるように設計されている。

DVD 33 で反射、回折、変調された光は、再び対物レンズ 29 とダイクロホログラム 28 を通り、ビームスプリッター 27 を透過して検出レンズ 31 で収束光となり、光検出器 32 に入射する。光検出器 32 は複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を出力する。

CD 34（第 3 の情報記録媒体）を記録再生する際（図 1 C）は、赤

外半導体レーザー 23 から出た波長  $\lambda_3$  の光は、波長選択プリズム 25 で反射され、コリメータレンズ 26 で平行光になる。平行となった光はビームスプリッタ 27 で反射され、ダイクロホログラム 28 により回折し、波面が変換され、対物レンズ 29 により収束光となって、CD 34

5 に照射される。

ここで、対物レンズ 29 から出射される光の開口数 (NA) は 0.45 に制限される。CD 34 の基材厚は 1.2 mm である。ダイクロホログラム 28 は、対物レンズ 29 通過後の波長  $\lambda_3$  の赤外光を基材厚 1.2 mm のディスクに照射したときに、波面収差の標準偏差が 70 m $\lambda$  以下になるように設計されている。

10

CD 34 で反射、回折、変調された光は、再び対物レンズ 29 とダイクロホログラム 28 を通り、ビームスプリッター 27 を透過して検出レンズ 31 で収束光となり、光検出器 32 に入射する。光検出器 32 は複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を出力する。

図 2 A にダイクロホログラム 28 の表面のパターンを、図 2 B に裏面のパターンを示している。ディスクに向かう光は、裏面 (第 1 の光学素子) 40 から入り、表面 (第 2 の光学素子) 41 へ抜ける。裏面 40 の領域 42 内には、780 ~ 820 nm の範囲の波長  $\lambda_3$  の光が回折されて、CD 34 に最適な波面 (CD 34 に集光する際の波面収差の標準偏差が 70 m $\lambda$  以下) となるようなパターンが形成されている。

15

20

表面 41 では、波長  $\lambda_3$  の光は影響を受けず透過する。また 630 ~ 680 nm の範囲内の波長  $\lambda_2$  の光は、裏面 40 の領域 42 内のパターンで回折された後、さらに表面 41 の領域 43 に形成されたパターンによって回折される。

表裏両面で回折された波長  $\lambda_2$  の光が、DVD 33 に最適な波面 (DVD 33 に集光する際の波面収差の標準偏差が 70 m $\lambda$  以下) となるよ

25

う領域 4 3 内のパターンは形成されている。表面 4 1、裏面 4 0 とも、回折光にパワーを与え、球面収差を補正することが主な目的となるため、パターンは同心円状になっている。波長  $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$  付近の光は表裏両面とも影響を受けずに透過する。

- 5 図 3 に、ダイクロホログラム 2 8 の裏面 4 0 の断面拡大図を示している。ダイクロホログラムの裏面 4 0 は、4 種類 ( $d \sim 4d$ ) の深さを持った溝が刻まれている。この溝は、 $2d$ ,  $4d$ ,  $d$ ,  $3d$ , 溝無し部の順に並んだ溝を一組として、その繰り返しで構成される。

- ここで、深さ  $d$  を、 $380 \sim 420 \text{ nm}$  の範囲内から選んだある波長  
10  $\lambda_1$  での媒質の屈折率を  $n_1$  として、  
$$d = \lambda_1 / (n_1 - 1)$$

- とする。この関係を満足することにより、波長  $\lambda_1$  の光に対して、溝のある凹部と、溝無し部との光路差による位相差は、 $2\pi$  の整数倍となる。すなわち、光路長である  $(n_1 - 1) \times d$  が波長  $\lambda_1$  に等しくなる。こ  
15 のことにより、青色半導体レーザーの波長  $\lambda_1$  の光は、ダイクロホログラム 2 8 によって影響を受けることなく（回折されず）透過することになる。

- 波長が定まれば、光路長である  $(n_1 - 1) \times d$  は一意に定まるが、光路長は所定の範囲内にあれば、波長  $380 \sim 420 \text{ nm}$  の範囲内の光  
20 は、ダイクロホログラム 2 8 を実質的に透過するという効果が得られる。

具体的には、 $380 \sim 420 \text{ nm}$  の範囲内の波長  $\lambda_1$  のうち、基準波長を  $400 \text{ nm}$  とし、波長  $400 \text{ nm}$  における屈折率を  $n$  とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足していればよい。

- 25 一方、赤色半導体レーザーの波長  $\lambda_2$  の光は、図 4 A に示したように、変調された波面となる。DVD を記録再生する波長  $\lambda_2$  は、 $630 \text{ nm}$

～680 nmの範囲内にあるから、 $\lambda_2$ の波長にとって、 $d$ は波長の約0.6倍の深さに相当する。

したがって、 $2d$ は $1.2\lambda$ 、 $3d$ は $1.8\lambda$ 、 $4d$ は $2.4\lambda$ に相当する。各値が $\lambda$ の整数倍であれば、光の位相差は生じないので、光の  
5 位相としては、 $\lambda$ の整数倍分は無視できる。このため、小数点以下の部分のみを考慮すると、 $d$ は $0.6\lambda$ 、 $2d$ は $0.2\lambda$  ( $1.2\lambda - 1\lambda$ )、 $3d$ は $0.8\lambda$  ( $1.8\lambda - 1\lambda$ )、 $4d$ は $0.4\lambda$  ( $2.4\lambda - 2\lambda$ )に相当する。

したがって、 $2d$ 、 $4d$ 、 $d$ 、 $3d$ の順に並んだ溝は、波長 $\lambda_2$ の光  
10 に対し、図4Bに示したように、 $0.2\lambda$ 、 $0.4\lambda$ 、 $0.6\lambda$ 、 $0.8\lambda$ と段階的に変化する位相を有する波面を形成する。すなわち、波長 $\lambda_2$ の光にとっては、図3に示した溝は、図4Bに示したように、 $2d$ 側から $3d$ 側に向かうにつれて段階的に深くなった溝として感じられることになる。

15 図3のような溝が光学素子の入射面側（光が屈折率の低い媒質（空気等）から高い媒質（ガラス等）に伝播する境界）に形成されているとき、図3の方向1（溝深さ $3d$ 側から溝深さ $2d$ 側へ向かう方向）への回折光が、方向2（溝深さ $2d$ 側から溝深さ $3d$ 側へ向かう方向）への回折光より光強度が強くなる。

20 ここで、図5に波長 $\lambda$ で規格化した1段当たりの溝深さと、図3に示したような断面のダイクロホログラム28において、入射光が1次回折光に変換される効率 $R$ との関係を示す。1段あたりの深さが $\lambda$ の0.6倍のとき、回折効率は最も高くなり、0.8を越える回折効率を得ることができる。

25 また、赤外半導体レーザーの波長 $\lambda_3$ の光は、図6Aに示したように変調された波面となる。CDの記録再生のため、 $\lambda_3 = 780 \text{ nm} \sim 8$

20 nmの範囲内にあるから、 $\lambda_3$ の波長にとっては、 $d$ は波長の約0.5倍の深さに相当する。

- したがって、 $2d$ は $1.0\lambda$ 、 $3d$ は $1.5\lambda$ 、 $4d$ は $2.0\lambda$ に相当する。前記のように、光の位相としては、 $\lambda$ の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分のみを考慮すると、 $d$ は $0.5\lambda$ 、 $2d$ は $0(1.0\lambda - 1\lambda)$ 、 $3d$ は $0.5\lambda(1.5\lambda - 1\lambda)$ 、 $4d$ は $0(2.0\lambda - 2\lambda)$ に相当する。したがって、 $2d$ 、 $4d$ 、 $d$ 、 $3d$ の順に並んだ溝は、波長 $\lambda_3$ の光に対し、図6Bに示したように、 $0$ 、 $0$ 、 $0.5\lambda$ 、 $0.5\lambda$ とデューティが3:2で2段の位相を有する波面を形成する。
- 10 この場合は、図5より、1段当たりの深さが $\lambda$ の0.5倍のとき、0.3程度の回折効率を得ることができる。

- 図7に、ダイクロホログラム28の表面41の断面拡大図を示している。ダイクロホログラム28の表面は、3種類( $d \sim 3d$ )の深さを持った溝が刻まれている。その溝は $d$ 、 $2d$ 、 $3d$ 、溝なし部の順に並んだ溝を一組としその繰り返しで構成される。深さ $d$ は、380~420 nmの範囲内から選んだある波長 $\lambda_1$ での媒質の屈折率を $n_1$ として、
- $$d = 2 \times \lambda_1 / (n_1 - 1)$$

- とする。この関係を満足することにより、波長 $\lambda_1$ の光に対して、溝のある凹部と、溝無し部との光路差による位相差は、 $2\pi$ の整数倍となる。
- 20 このことにより、青色半導体レーザーの波長 $\lambda_1$ の光は、ダイクロホログラム28によって影響を受けることなく(回折されず)透過することになる。

- この場合、光路長である $(n_1 - 1) \times d$ は、波長 $\lambda_1$ の2倍に等しくなる。前記のように、光路長は所定の範囲内にあれば、波長380~420 nmの範囲内の光は、ダイクロホログラム28を実質的に透過する
- 25 という効果が得られる。

具体的には、380～420 nmの範囲内の波長 $\lambda_1$ のうち、基準波長を400 nmとし、波長400 nmにおける屈折率を $n$ とすると、

$$760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$$

の関係を満足していればよい。

- 5 一方、赤色半導体レーザーの波長 $\lambda_2$ の光は、図8Aに示したように変調された波面となる。DVDの記録再生のため、 $\lambda_2 = 630 \text{ nm} \sim 680 \text{ nm}$ の範囲内にあるから、 $\lambda_2$ の波長にとって、 $d$ は波長の約1.2倍の深さに相当する。

- したがって、 $2d$ は $2.4\lambda$ 、 $3d$ は $3.6\lambda$ に相当する。前記のよう  
10 うに、光の位相としては、 $\lambda$ の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分のみを考慮すると、 $d$ は $0.2\lambda$  ( $1.2\lambda - 1\lambda$ )、 $2d$ は $0.4\lambda$  ( $2.4\lambda - 2\lambda$ )、 $3d$ は $0.6\lambda$  ( $3.6\lambda - 3\lambda$ )に相当する。

- したがって、 $d$ 、 $2d$ 、 $3d$ の順に並んだ溝は、波長 $\lambda_2$ の光に対し、  
図8Bに示したように、 $0.2\lambda$ 、 $0.4\lambda$ 、 $0.6\lambda$ と段階的に変化  
15 する位相を有する波面を形成する。すなわち、波長 $\lambda_2$ の光にとっては、図7に示した溝は、図8Bに示したように、 $d$ 側から $3d$ 側に向かうにつれて段階的に深くなった溝として感じられることになる。

- 図7のような溝が光学素子の出射面側（光が屈折率の高い媒質（ガラス等）から低い媒質（空気等）に伝播する境界）に形成されているとき、  
20 図7の方向1（溝深さ $3d$ 側から溝深さ $d$ 側へ向かう方向）への回折光が方向2（溝深さ $d$ 側から溝深さ $3d$ 側へ向かう方向）への回折光より光強度が強くなる。

- 図9Aに、波長 $\lambda$ で規格化した1段当たりの溝深さと、図7に示したようなダイクロホログラム28において入射光が1次回折光に変換される  
25 効率 $R$ との関係を示す。1段あたりの深さが $\lambda$ の1.2倍のとき、0.65を越える回折効率を得ることができる。

また、赤外半導体レーザーの波長 $\lambda_3$ の光は、図8Cに示したように変調された波面となる。CDの記録再生のため、 $\lambda_3 = 780\text{ nm} \sim 820\text{ nm}$ の範囲内にあるから、 $\lambda_3$ の波長にとって、 $d$ は波長の約1.0倍の深さに相当する。したがって、 $2d$ は $2.0\lambda$ 、 $3d$ は $3.0\lambda$ に相当する。前記のように、光の位相としては $\lambda$ の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分のみを考慮すると、図8dに示したように、全て0に相当する。したがって、波長 $\lambda_3$ の光は、ダイクロホログラム28によって影響を受けることなく（回折されず）ほとんどが透過することになる。

10      ここで、図9Bに波長 $\lambda$ で規格化した1段当たりの溝深さと、図7に示したようなダイクロホログラム28において、入射光が0次回折光として透過する効率 $R$ の関係を示している。1段当たりの深さが $\lambda$ の1.0倍のとき、約0.9の透過効率を得ることができる。

15      このように裏面（第1の光学素子）40では波長 $\lambda_1$ の光は、ダイクロホログラム28によってほとんど影響されずに透過し、波長 $\lambda_2$ と波長 $\lambda_3$ の光は回折される。また、表面（第2の光学素子）41では、波長 $\lambda_1$ と波長 $\lambda_3$ の光は透過し、波長 $\lambda_2$ の光は回折される。

20      このことにより、3種類の光ディスク（情報記録媒体）に対して、それぞれに適した波長の光源を使用し、収差の少ない光を情報面に効率良く集光することができることになり、情報の記録再生を安定して行うことができる。また、これは2種類の光ディスクのときでも同様の効果を得られる。

25      尚、ここでは第1の光学素子と第2の光学素子とを一枚の素子の表面41と裏面40に形成したダイクロホログラム28を用いたが、別々の素子にそれぞれ第1の光学素子、第2の光学素子を形成したものを配置しても良い。その場合、両光学素子の位置調整をすることにより、中心

を光軸にあわせることができる。

また、ダイクロホログラム 28 はガラスで作製することが望ましい。  
樹脂で作製する場合には、吸収率が 5 % 以下、望ましくは 3 % 以下の非  
晶質ポレオロフィン系の樹脂を使用することが望ましい。波長 420 nm  
5 m 以下の光では化学的作用が強く、光学素子の吸収率が高いと長時間の  
光照射により樹脂が損傷する可能性があるからである。非晶質ポレオロ  
フィン系の樹脂は波長 420 nm 以下の光照射に対しても、比較的損傷  
が起きにくい。

更に、光学素子の一方を対物レンズの表面に作製しても良い。その場  
10 合、対物レンズの光軸との位置精度を向上させることができる。

また、ここで示した回折効率、隣り合う各深さの溝の幅がほぼ等し  
いときの計算値である。

また、溝の並び方の順序はここで示した例とまったく逆順でも効率良  
く回折される方向が変わる以外、同様の効果を得ることができる。

15 また、溝の並び方はここで示した例とは先頭を変えて、書き表し方  
を変えても、実質的にこれと同じ順序で並んでいる場合には同様の効果  
を得ることができるのは言うまでもない。

更に波長  $\lambda_1$  と  $\lambda_2$  は、

$$1.5 \leq \lambda_2 / \lambda_1 \leq 1.8,$$

20 の関係を満たし、波長  $\lambda_1$  と  $\lambda_3$  は、

$$1.8 \leq \lambda_3 / \lambda_1 \leq 2.2,$$

の関係を満たす。

また、図 10 に示したように、ダイクロホログラム 28 で回折された  
波長  $\lambda_2$  の光は平行光が発散光となる側（方向 1）の回折効率が、収束  
25 光となる側（方向 2）の回折効率よりも高くなるよう設計する。具体的  
には、入射面では図 3 に示したような溝を方向 1 が外周を向き、方向 2



が中心を向くような同心円状に配置し、更に出射面側では図 7 に示したような溝を方向 1 が外周を向き、方向 2 が中心を向くような同心円状に配置する。こうすることで、方向 1 の回折効率が方向 2 の回折効率より高くなるので、回折光は実質的に発散光に変換され、ダイクロホログラム 28 は凹レンズとして作用する。

これにより、対物レンズと合わせた集光光学系の焦点距離  $f$  が長くなり、基材厚 0.1 に比べて厚い基材厚 0.6 を持つ DVD 等でも比較的大きな作動距離（ワーキングディスタンス）を稼ぐことができる。

尚、ここでは  $\lambda_2$  の光や  $\lambda_3$  の光の開口を制限する方法について特に述べなかったが、波長選択性のフィルターをダイクロホログラム 28 や対物レンズ 29 に蒸着する方法や、別体のガラスフィルターとして設ける方法がある。また、各波長の光のみが通る光路（光源から波長選択プリズムまでの間）にアパーチャを設けて開口を制限しても良い。

図 11 に、光情報記録再生装置としての光ディスクドライブ 50 の全体の構成例を示す。光ディスク 51 はターンテーブル 52 とクランパー 53 とで挟まれて固定され、移動手段であるモーター（回転系）54 によって回転させられる。光ヘッド 20 は移動手段であるトラバース（移送系）55 上に乗っており、光が照射する点が光ディスク 51 の内周から外周まで移動できるようにしている。制御回路 56 は光ヘッド 20 から受けた信号をもとにフォーカス制御、トラッキング制御、トラバース制御、モーターの回転制御等を行う。また再生信号から情報の再生や、記録信号の光ヘッドへの送出を行う。

図 12 に、各ディスクを記録再生する際の作動距離を示す。光ディスクの光が入射する側の高さは、ターンテーブル 52 の位置により決まる。一方、光ヘッド 20 のアクチュエータの固定子 60 のターンテーブル 52 に対する相対高さはトラバース 55 とモーター 54 との位置関係によ

り、構造上、一意に決まる。他方、対物レンズ 29 をフォーカス方向に移動するアクチュエータの可動子 61 の位置は、光ディスクの記録面の位置と、集光手段である対物レンズ 29 のディスク側のバックフォーカスとにより決まる。バックフォーカスとは、集光手段の先端から光線の収束点までの距離である。集光手段の先端とは、より具体的には、対物レンズ 29 と光軸との交点のうち、光ディスク側の交点である。

波長  $\lambda$  での屈折率を  $n$ 、ディスクの基材厚を  $t$ 、バックフォーカスを  $BF$  とすると、作動距離  $WD$  は、

$$WD = BF - t / n$$

となる。例えば基材厚が厚く  $t / n$  が大きいディスクでは、作動距離  $WD$  は小さくなり、基材厚が変化した場合は、それに応じてバックフォーカス  $BF$  も変化させるように集光手段を設計しないと、作動距離  $WD$  は大きく変化することになる。

図 12 は、光ディスクの種類に応じて、すなわち基材厚の変化に応じて、作動距離  $WD$  は、作動距離  $WD1$  (図 12A)、 $WD2$  (図 12B)、 $WD3$  (図 12C) を持つことを示している。

図 13 に従来例に係る構成を示しており、光ディスクの種類により作動距離が大きく変わった場合を示す。光ディスクの種類により作動距離が大きく変わると、アクチュエータの固定子 60 に対する可動子 61 の相対位置が大きく変わってしまう。

図 13A では作動距離  $WDa$  が小さいため、可動子 61 は固定子 60 に対して相対的に上側 (ディスク側) にあるが、図 13B のように、作動距離  $WDb$  が大きいと、可動子 61 は固定子 60 に対して相対的に下側 (ディスクから遠ざかる側) にある。通常光ディスクには内外周でのだれや、回転したときの面ぶれがあるため、固定子 60 は可動子 61 のある程度の上下動の範囲をカバーするようになっている。しかしながら、

作動距離の違いがあると、その違いを吸収するために、アクチュエータが大きくなり、総じて光ヘッド全体が大きくなってしまうという問題がある。また可動範囲が大きくなると可動子 6 1 の位置により可動子 6 1 が傾き、光学系に収差が発生するという問題も起き易くなる。

- 5      可動子 6 1 の可動範囲はアクチュエータの構造にもよるが、可動子 6 1 の横方向の幅より小さいことが望ましい。これは横幅が大きければ、左右で高さの差が生じて傾きの角度としては小さいが、横幅が小さければ、左右の高さの差がわずかでも傾きの角度が大きくなるためである。

- したがって、ディスクの種類による作動距離の差、すなわち可動子 6 10 1 の可動範囲は、可動子 6 1 の横幅より小さいことが好ましい。図 1 2 の例では、ディスクの種類による作動距離の差である  $WD 1$ 、 $WD 2$ 、 $WD 3$  の最大値と最小値の差は、可動子 6 1 の横幅より小さいことが好ましい。

- 高密度光ディスクの場合、 $NA = 0.85$  で、集光手段の焦点距離  $f$  15  $= 2.0 \text{ mm}$  とすると、ビーム径は  $\phi 3.4 \text{ mm}$  となる。可動子 6 1 の幅の最小値はこのビーム径となるから、この場合、作動距離の最大値と最小値の差も  $3.4 \text{ mm}$  以下にする必要がある。

- 尚、実質的なアクチュエータの大きさを考えると、アクチュエータの可動範囲は高々  $1 \text{ mm}$  程度であるので、作動距離の最大値と最小値の差 20 はその半分の  $0.5 \text{ mm}$  以下となるのが望ましい。さらには、実質的にアクチュエータの大きさに影響を与えないためには、作動距離の最大値と最小値の差は  $0.2 \text{ mm}$  以下になることがより望ましい。もちろん最も望ましいのは、異なる種類の情報記録媒体に情報を記録再生する際の作動距離が等しく、最大値と最小値の差が 0 となることである。

- 25      本実施の形態では、ダイクロホログラム 2 8 により、記録再生の対象となるディスクに応じてバックフォーカス  $BF$  を最適に設計できるため、

各ディスクに情報を記録再生する際のWDをほぼ一定にできる。

より具体的には、前記の例では、ダイクロホログラム28により、青色半導体レーザー（波長 $\lambda_1$ ）の光は回折させず、赤色半導体レーザー（波長 $\lambda_2$ ）の光の回折効率と、赤外半導体レーザー（波長 $\lambda_3$ ）の光の回折効率とを異なるようにしている。

このことにより、青色半導体レーザーの光はダイクロホログラム28をそのまま透過し、赤色半導体レーザーの光の発散の程度と、赤外半導体レーザーの光の発散の程度とが異なり、各レーザー光に応じてバックフォーカスを変化させることができる。すなわち、ディスクの種類に応じてバックフォーカスを調整した設計ができ、ディスクの種類に関係なく、WDをほぼ一定にすることが可能になる。

このように、WDをほぼ一定にすることができれば、光ヘッド全体を小さくすることができ、可動子61の可動範囲を小さくすることができるので、可動子61の傾きによる収差の発生も小さく抑えることができる。

図14に、本実施の形態で光ヘッドからの信号の出力をまとめる例を示す。光ヘッド70は、光学的な構成要素は光ヘッド20と同じである。異なるのは、光検出器32からの出力信号を並列で受けてこれを時系列の信号に変換する、P/S（パラレル/シリアル）変換回路（並列/時系列変換手段）71を備えている点である。P/S変換回路71は光検出器32から複数の信号線を通じて信号を受け、これを時分割して時系列的に並べ替え、1本の信号線で出力信号として出力する。

この方法としてはタイミング信号であるクロックをもとにP/S変換回路内部のアナログスイッチを順次切り替えて出力信号として出力する方法がある。また、並列で受け取った信号をアナログ/デジタル変換（A/D変換）して、メモリーに保持した後、このデジタルデータを順次時

系列的に送り出す方法でも良い。図 1 5 にその場合の信号の例を示す。  
タイミング信号としてのクロックに同期して、R F 信号、F E + 信号、  
F E - 信号、T E + 信号、T E - 信号等のデジタル信号が送出される。

これにより光ヘッドと光ディスクドライブの制御回路等との間の信号  
5 線の本数を減らすことができる。C D、D V D に加えさらに高密度の光  
ディスクを記録再生する光ヘッドでは、光源となる半導体レーザーの駆  
動だけでも通常の約 3 倍の信号線本数が必要になる。図 1 4 A では光検  
出器（光検出手段）を共用した例であるが、図 1 4 B のように、光検出  
器（光検出手段）を共用せず、光検出器（光検出手段）7 2 と光検出器  
10 （光検出手段）7 3 を持つ場合や 3 個の光検出器を持つ場合も考えられ  
る。その場合信号線はさらに増え、光ヘッドとドライブを結ぶフレキシ  
ブル・ケーブルの幅が大きくなり、フレキシブル・ケーブルの屈曲性（曲  
がりやすさ）が減少してしまうという問題があった。またフレキシブル・  
ケーブルを多層配線にした場合には、フレキシブル・ケーブルの幅は小  
15 さくすることができるが、コストが上がってしまうという問題があった。

図 1 4 B のような場合でも光検出器 7 2 と光検出器 7 3 の信号を並列  
に受けて時系列に出力する P / S 変換回路 7 4 を設けた光ヘッド 7 5 な  
らば、信号線数を大幅に減らすことができる。

図 1 4 B の光ヘッド 7 5 の例では、P / S 変換回路 7 4 から出た信号  
20 を L E D（電気／光変換手段）7 6 により光信号に変換して光ファイバ  
ー 7 7 に出力している。この場合電気信号に比べて高い周波数の信号で  
も低いノイズで送ることができるので、変換すべき信号の本数が増えて  
も、十分な精度と分割時間で信号を送ることができるという利点がある。

尚、この P / S 変換回路 7 4 を利用した例は、3 波長の光源を使用し  
25 た光ヘッドに限らず、1 波長や 2 波長の光源の光ヘッドでも同様の効果  
を得ることができる。その場合もトラッキング信号やフォーカス信号用

に複数の本数の信号線が必要であったものが一つにまとめられる。また、A/D変換を光ヘッドで行ってしまえば、ノイズの混入する経路を短くすることができるため、信号のS/N比向上にも効果がある。

(実施の形態2)

- 5 実施の形態2として、高密度光ディスクとDVDとの互換をする場合の例について述べる。図16は、光ヘッド80の構成例である。図16Aに示したように、青色半導体レーザー(第1の波長の光源)21から出た波長 $\lambda_1$ の光は波長選択プリズム24を透過し、コリメータレンズ26で平行光となる。平行光となった光は、ビームスプリッター27で反
- 10 射され、ダイクロホログラム(光学素子)81を透過し、対物レンズ(集光手段)29により収束光となって、高密度光ディスク(第1の情報記録媒体)30に照射される。

- ここで、対物レンズの開口数(NA)は0.85、高密度光ディスク30の基材厚は0.1mmを想定している。対物レンズ29は波長 $\lambda_1$
- 15 の青色の光を基材厚0.1mmのディスクに照射したときに収差が最小になるように設計されている。

- また、ダイクロホログラム81は波長 $\lambda_1$ の光に対して、影響を与えず、透過させるように設計されている。高密度光ディスク30で反射、回折、変調された光は、再び対物レンズ29とダイクロホログラム81
- 20 を通り、ビームスプリッター27を透過して検出レンズ31で収束光となり、光検出器(光検出手段)82に入射する。光検出器82は複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を出力する。

- 図16Bに示したように、DVD33(第2の情報記録媒体)を記録再生する際は、赤色半導体レーザー22から出た波長 $\lambda_2$ の光は、波長
- 25 選択プリズム24で反射され、コリメータレンズ26で平行光になる。平行となった光はビームスプリッター27で反射され、ダイクロホログラ

ム 8 1 により回折し波面が変換され、対物レンズ 2 9 により収束光とな  
って、DVD 3 3 に照射される。

ここで、対物レンズ 2 9 から出射される光の開口数 (NA) は 0. 6  
に制限される。DVD 3 3 の基材厚は 0. 6 mm である。ダイクロホロ  
5 グラム 8 1 は、対物レンズ 2 9 通過後の波長  $\lambda_2$  の赤色の光が、基材厚  
0. 6 mm のディスクに照射したときに、波面収差の標準偏差が 7 0 m  
 $\lambda$  以下になるように設計されている。

DVD 3 3 で反射、回折、変調された光は、再び対物レンズ 2 9 とダ  
イクロホログラム 8 1 を通り、ビームスプリッター 2 7 を透過して検出  
10 レンズ 3 1 で収束光となり、光検出器 8 2 に入射する。光検出器 8 2 は  
複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を出力する。

図 1 7 にダイクロホログラム 8 1 の表面 (ディスク側) と裏面 (ディ  
スクから遠ざかる側) のパターンを示す。ディスクに向かう光は、裏面  
から表面を通る。図 1 7 B に示した裏面には、特にパターンは形成され  
15 ていない。図 1 7 A に示した表面では、波長  $\lambda_2 = 630 \sim 680 \text{ nm}$   
の範囲の光は、領域 8 3 内のパターンで回折される。

表面で回折された波長  $\lambda_2$  の光が DVD 3 3 に最適な波面となるよう  
に、領域 8 3 内のパターンは形成されている。回折光にパワーを与え、  
球面収差を補正することが主な目的となるため、パターンは同心円状と  
20 なる。波長  $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$  付近の光は表裏両面とも影響を受けずに透  
過する。

ダイクロホログラム 8 1 の表面に形成されたホログラムの断面形状は、  
前記実施の形態 1 のダイクロホログラム 2 8 の裏面 4 0 に形成されたも  
のと同様の断面形状である。これにより、 $630 \sim 680 \text{ nm}$  の範囲に  
25 ある波長  $\lambda_2$  の光は大きな回折効率が得られるため、十分な光の利用効  
率が得られる。

したがって、高密度光ディスク 30 と DVD 33 の 2 種類の光ディスク（情報記録媒体）に対して、それぞれに適した波長の光源を使用し、収差の少ない光を情報面に効率良く集光することができるので、情報の記録再生を安定に行うことができる。

- 5      この実施の形態のようにダイクロホログラム 81 にパターンを設ける面を対物レンズに近い面とすることで、ダイクロホログラム 81 の最小ピッチが小さくなりすぎるのを抑えることができる。これにより、ダイクロホログラム 81 の作製が容易になる。

- また、本実施の形態では CD ディスクの記録再生を省いているため、  
10      CD 用の光源が不要になる他、ダイクロホログラム 81 の形状も簡単になり、光検出器 82 も検出する信号の種類が減るので、実施の形態 1 の光検出器に比べて簡単なものとなる。

- また、図 18 に、ダイクロホログラム 81 の替わりにダイクロホログラム 85 を用いた光ヘッド 84 を示す。図 18A は、高密度光ディスク  
15      30 の記録再生時の概略構成図であり、図 18B は、DVD 33 の記録再生時の概略構成図である。図 19 に、ダイクロホログラム 85 の表面（ディスク側）と裏面（ディスクから遠ざかる側）のパターンを示す。図 19A に示したダイクロホログラム 85 の表面は、図 17 に示したダイクロホログラム 81 の表面と同様のパターンが形成されている。図 1  
20      9B に示したダイクロホログラム 85 の裏面には、領域 87 に波長  $\lambda 1$  の光の色収差補正ホログラムのパターンが形成されている。

- 色収差補正ホログラムについては、前記特許文献 3（特開 2001-60336 号公報）に詳細が述べられている。この中では光学素子の断面が鋸歯状で、第 1 の波長  $\lambda 1$  の光に対しては 2 次回折光を用いて補正  
25      し、第 2 の波長  $\lambda 2$  の光に対しては 1 次回折光を用いて補正する方法が述べられている。波長  $\lambda 1$  の光の波長ずれによる対物レンズ 29 で発生



する収差を回折格子の回折角の変化で打ち消して色収差を補正する。これにより新たに部品を追加することなく、色収差の補正が可能となる。

また、本実施の形態では、光ヘッドの例で説明したが、実施の形態 1 の図 1 1 の構成のように、移送系 5 5 や回転系 5 4 の移動手段、制御回路 5 6 を備えることにより、光情報記録再生装置（光ディスクドライブ）として用いることができる。

（実施の形態 3）

実施の形態 3 は、3 種類の光ディスクに 3 種類の光源を用いて情報の記録再生をするヘッドにおいて、ダイクロホログラムを片面に持ち位相  
10 段差を反対側の面に持つ光学素子を用いる例を示す。また、2 種類の溝深さを持つダイクロホログラムについて述べる。

図 2 0 は、本実施の形態に係る光ヘッド 9 0 の概略構成図である。実施の形態 1、2 と同じ部分の説明は同一番号を付して省略する。前記実施の形態 1、2 と異なるのは、裏面に位相段差のついたダイクロホログラム（光学素子）9 1 を用いる点である。  
15

ダイクロホログラム 9 1 の正面図を図 2 1 に示しており、図 2 1 A は表面（ディスク側）、図 2 1 B は裏面（ディスクから遠ざかる側）、図 2 1 C は図 2 1 B の断面図である。図 2 1 A に示したように、表面 9 2 の中心付近の円形領域 9 3（第 1 の領域）と、領域 9 3 を取り巻く環状領域 9 4（第 2 の領域）とにはダイクロホログラムとしての溝が形成され、  
20 領域 9 4 より外側の領域 9 5（第 3 の領域）には溝は形成されない。

一方、図 2 1 B に示したように、裏面 9 6 には位相段差（位相補正手段）9 7 が形成されている。表面のダイクロホログラムでは波長  $\lambda_1 = 380 \text{ nm} \sim 420 \text{ nm}$  の光はそのまま透過するが、波長  $\lambda_2 = 630 \text{ nm} \sim 680 \text{ nm}$ 、及び波長  $\lambda_3 = 780 \text{ nm} \sim 820 \text{ nm}$  の光は回折する。波長  $\lambda_1$  の光は、領域 9 3 及び領域 9 4 と、領域 9 5 の一部を透  
25

過する。

CDディスク34を再生する波長 $\lambda_3$ の光は、裏面96を透過した後、表面92の領域93のみに照射される。領域93内のパターンは、回折された波長 $\lambda_3$ の光が $t = 1.2 \text{ mm}$ のCDディスク12に照射したとき

5 波面収差の標準偏差が $70 \text{ m}\lambda$ 以下になるように設計されている。

図21Bに示した裏面96の位相差97は、波長 $\lambda_1$ の光と波長 $\lambda_3$ の光には影響を与えないような段差となっている。波長 $\lambda_2$ の光は裏面96の位相差97で位相変調を与えられ、表面92の円形領域93（第1の領域）と環状領域94（第2の領域）とに照射される。

10 円形領域93と環状領域94とで回折された光は、 $t = 0.6$ のDVD33に照射したときに波面収差の標準偏差が $70 \text{ m}\lambda$ 以下になるように、環状領域94内のパターンと位相差（位相補正手段）97の形状は設計されている。

図22に、ダイクロホログラム91の断面の拡大図を示す。ダイクロホログラム91の表面は、2種類（ $d$ ,  $2d$ ）の深さを持った溝が刻まれている。その溝は $d$ ,  $2d$ , 溝なし部の順に並んだ溝を一組とし、その繰り返りで構成される。深さ $d$ は、 $380 \text{ nm} \sim 420 \text{ nm}$ の範囲内のある波長 $\lambda_1$ での媒質の屈折率を $n_1$ として、

$$d = \lambda_1 / (n_1 - 1)$$

20 としている。これにより青色半導体レーザーの波長 $\lambda_1$ の光は、影響を受けることなく透過する。

また、前記実施の形態1で説明したように、光路長が所定の範囲内であれば、波長 $380 \sim 420 \text{ nm}$ の範囲内の光は、ダイクロホログラムを実質的に透過するという効果が得られる。このため、基準波長を $400 \text{ nm}$ とし、波長 $400 \text{ nm}$ における屈折率を $n$ とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足するようにすればよい。

一方、赤色半導体レーザーの波長 $\lambda_2$ の光は、図23Aに示したように変調された波面となる。DVD33の記録再生のため、波長 $\lambda_2$ は、630nm～680nmの範囲内にあるから、 $\lambda_2$ の波長にとってdは波長の約0.6倍の深さに相当する。したがって、 $2d$ は $1.2\lambda$ に相当する。光の位相としては $\lambda$ の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分のみを考慮すると、 $d$ は $0.6\lambda$ 、 $2d$ は $0.2\lambda$ に相当する。したがって、 $d$ 、 $2d$ の順に並んだ溝は、図23Bに示したように、 $0.6\lambda$ 、 $0.2\lambda$ と段階的に変化する位相を有する波面を形成する。

10 図24に、波長 $\lambda$ で規格化した1段当たりの溝深さと、図22に示すようなダイクロホログラムにおいて入射光が1次回折光に変換される効率 $R$ の関係を示す。図24より、1段あたりの深さが $\lambda$ の0.6倍のとき、0.6程度の回折効率を得ることができる。

また、赤外半導体レーザーの波長 $\lambda_3$ の光は、図25Aに示したように変調された波面となる。CDの記録再生のため、波長 $\lambda_3$ は780nm～820nmの範囲内にあるから、 $\lambda_3$ の波長にとって $d$ は波長の約0.5倍の深さに相当する。したがって、 $2d$ は $1.0\lambda$ に相当する。光の位相としては $\lambda$ の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分のみを考慮すると、 $d$ は $0.5\lambda$ 、 $2d$ は $0$ に相当する。

20 したがって、 $d$ 、 $2d$ の順に並んだ溝は、図25Bに示したように、 $0.5\lambda$ 、 $0$ とデューティが1:2で2段の位相を有する波面を形成する。このため、図24に示したように、1段あたりの深さが $\lambda$ の0.5倍のとき、0.3程度の回折効率を得ることができる。

図21に示したようなダイクロホログラム91を用いれば、ホログラムのパターンを作製するのは片面のみとなり、裏面は光量損失の少ない位相段差にすることができるので、光の利用効率を高くすることができ

る。

これにより、3種類の光ディスク（情報記録媒体）に対して、それぞれに適した波長の光源を使用し、収差の少ない光を情報面に効率良く集光することができるので、情報の記録再生を安定して行うことができる。

- 5     尚、ここではダイクロホログラムと位相段差とを、一枚の光学素子の表面と裏面に形成したが、別々の光学素子に形成したものを配置しても良い。その場合、両光学素子の位置調整をすることにより、中心を光軸にあわせることができる。

- また、ここで示した回折効率は、隣り合う各深さの溝の幅がほぼ等しいときの計算値である。

更に波長 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ は、

$$1.5 \leq \lambda_2 / \lambda_1 \leq 1.8,$$

の関係を満たし、

波長 $\lambda_1$ と $\lambda_3$ は、

- 15      $1.8 \leq \lambda_3 / \lambda_1 \leq 2.2,$

の関係を満たす。

従来例で示した前記特許文献1（特開平9-306018号公報）では、ある波長では透過し、別の波長で回折する3種類の溝深さを持つ例が図示され開示されている。しかしながら、 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の波長が、

- 20      $1.5 \leq \lambda_2 / \lambda_1 \leq 1.8$

の関係を満たすときに、2種類の溝深さを持つダイクロホログラム、又は4種類の溝深さを持ち、この溝深さが $2d$ 、 $4d$ 、 $d$ 、 $3d$ 、溝なしの順に並んだダイクロホログラムが、 $\lambda_2$ の波長の光の回折効率を高くできることについては述べられておらず、これは本発明により初めて開示

- 25     された内容である。また、前記のダイクロホログラムでは、

$$1.8 \leq \lambda_3 / \lambda_1 \leq 2.2$$

の関係にある $\lambda 3$ の波長の光についても適当な回折効率を得ることができるとも本発明で初めて開示している。

尚、位相段差との組み合わせるダイクロホログラムは、前記実施の形態1に示した4種類の溝深さを持つ形状としてもよい。同様に、前記実施の形態1のダイクロホログラムに本実施の形態3で示した、2種類の溝深さを持つ形状を使用してもよい。

尚、ここでは簡単のために光源は別体で、光検出器は共通としたが、光源にモノリシック半導体レーザーのような一体化された光源を用いてもよく、光検出器は別体としてもよい。これらの構成でも、同様の効果を発揮する。

また、高密度光ディスクの例として基材厚 $t = 0.1$ 、開口数 $0.85$ を仮定したが、これに限るものではない。

また、本実施の形態では、光ヘッドの例で説明したが、実施の形態1の図11の構成のように、移送系55や回転系54の移動手段、制御回路56を備えることにより、光情報記録再生装置（光ディスクドライブ）として用いることができる。

（実施の形態4）

図26に、本発明の実施の形態4に係る光ヘッドの構成図を示している。第2の従来例に係る光ヘッドとの差異は、対物レンズ11のチルト駆動が可能な対物レンズ駆動装置44を備えている点である。図26では、基材厚が $0.1\text{ mm}$ の超高密度光ディスク12、基材厚が $0.6\text{ mm}$ の光ディスク（DVD）13に対し、記録再生している状態を示している。説明の便宜上、両ディスクは、同一箇所に重ねて描いている。

本図に示した光ヘッドは、波長が $380\text{ nm} \sim 420\text{ nm}$ （波長 $\lambda 1$ ）の光源1と、モジュール2aとを備えている。モジュール2aには、検出器と波長が $630\text{ nm} \sim 680\text{ nm}$ （波長 $\lambda 2$ ）の光源とが内蔵され

ている。超高密度光ディスク 12 を記録再生する際は、光源 1 から出射した波長  $\lambda_1$  の光がプリズム 4、6 を透過し、集光レンズ 7 で平行光になる。この平行光は、ミラー 8 で反射し、位相板 9 を透過し、対物レンズ 11 で集光され、超高密度光ディスク 12 に照射される。

5      ここで対物レンズ 11 は、開口数 (NA) が 0.85 で、波長  $\lambda_1$  の光、基材厚 0.1 mm の光ディスク 12 に対して収差が最小となるように設計されている。また、位相板 206 は、第 2 の従来例で示した位相段差 206a (図 62) を有しており、波長  $\lambda_1$  の光に対して影響を与えることなく透過させるように設計されている。

10     超高密度光ディスク 12 で反射した光は、再び対物レンズ 11 と位相板 206 とを通り、ミラー 8 で反射し、集光レンズ 7 で集光され、プリズム 6 で反射して、検出器 15 に入射する。検出器 15 は複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を出力する。

15     DVD 13 を記録再生する際は、モジュール 2a 内の光源から出射した波長  $\lambda_2$  の光がプリズム 4 で反射し、プリズム 6 を透過し、集光レンズ 7 により最適な発散度合いの発散光になる。

20     ここで、モジュール 2a の光源の位置を図中の A~D のように変えることで、集光レンズ 7 において、発散度合いを変化させたり、平行光に変換したりすることができる。位相板 206 が無いとき、モジュール 2a の光源の位置が B の場合、集光レンズ 7 を通過した発散光は、NA 0.6 で開口制限し、基材厚 0.1 mm の光ディスク 12 に対して収差が最小となるように設計された対物レンズ 11 を通って、基材厚 0.6 mm の DVD 13 に照射したときの波面収差の標準偏差が最小となる発散度合いになる。この発散光は、ミラー 8 で反射され、位相板 206 で波面  
25     が変換して収差が補正され、対物レンズ 11 により集光され、DVD 13 に照射される。

対物レンズ 11 から出射される光の NA は 0.6 に制限される。DV  
D13 で反射した光は、再び対物レンズ 11 と位相板 206 を通り、ミ  
ラー 8 で反射し、集光レンズ 7 で集光され、プリズム 6 を透過し、プリ  
ズム 4 で反射して、モジュール 2a の検出器に入射する。モジュール 2  
5 a 内の検出器は複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を  
出力する。

対物レンズ 11 に入射する光が発散している場合、対物レンズ 11 が  
トラッキング方向に駆動されると、光が傾いて対物レンズ 11 に入射す  
ることになるのでコマ収差を発生する。本実施の形態 1 は、チルト駆動  
10 が可能な対物レンズ駆動装置 44 を備えており、トラッキング方向に駆  
動することによって発生するコマ収差を、対物レンズ 11 を傾けること  
によって発生するコマ収差で打ち消すことができる。

図 27 に、対物レンズ 11 をチルト駆動できる対物レンズ駆動装置 4  
4 を示す。図 27A は対物レンズ駆動装置 44 の構成図、図 27B は側  
15 面の概略図を示している。レンズホルダ 33 は、対物レンズ 11 と駆動  
コイル 34a、34b、35 とを具備し、ワイヤ 36 によって固定部 3  
7 に懸架されている。

駆動コイル 34a、34b、35、及び磁石 38 で磁気回路が構成さ  
れている。対物レンズ 11 は、駆動コイル 35 に電流を流すことにより  
20 トラッキング方向（x 方向）へ駆動され、駆動コイル 34a と 34b と  
に同一方向、同一の値の電流を流すことによりフォーカス方向へ駆動さ  
れる。そして、駆動コイル 34a と 34b とに異なる電流を流すことに  
より、図 27B に示すように、対物レンズ 11 を  $\phi$  方向へチルト駆動さ  
せることができる。対物レンズ 11 のトラッキング移動量に応じて、対  
25 物レンズ 11 をチルトさせれば、コマ収差を打ち消すことができる。

第 2 の従来例では、対物レンズをトラッキング方向に移動すると大き

なコマ収差が発生するので、正常な記録再生が困難であったが、本実施の形態によれば、対物レンズをチルト駆動させることにより収差の少ない光を情報面に集光することができるので、情報の記録再生を良好に行うことができる。

#### 5 (実施の形態 5)

図 28 に、本発明の実施の形態 5 に係る光ヘッドの構成図を示している。実施の形態 4 と異なるのは、モジュール 2 a の光源の位置が A である点と、位相板 9 である。モジュール 2 a の光源の位置 A は、モジュール 2 a から発した光の波面収差の標準偏差が最小となる位置 B よりも対物レンズ 11 に近い側である。

図 29 に位相板 9 の構成を示しており、図 29 A が表面側（ディスク側）の平面図であり、図 29 B は側面図である。位相板 9 には、円形で高さ  $d$  の位相段差 9 a が構成されている。高さ  $d$  は、位相板 9 の波長  $\lambda_1$  での屈折率を  $n_1$  として、

$$15 \quad d = 2 \lambda_1 / (n_1 - 1)$$

としている。

超高密度光ディスク 12 の記録再生の際は、波長  $\lambda_1$  の光は位相段差 9 a による位相差が  $2 \lambda$  ( $\lambda$  は使用波長) となるが、これは波長の整数倍であるので、光の波面に影響はなく、光の損失もない。つまり、超高密度光ディスク 12 の再生時には良好なジッタが得られ、記録時には十分なピーク強度が得られる。

この場合、使用波長  $\lambda$  が定まれば、位相差  $2 \lambda$  も一意に定まるが、所定の使用波長  $\lambda$  に対して、位相差  $2 \lambda$  が所定の範囲内であれば、波長 380 ~ 420 nm の範囲内の光は、位相板 9 において、光の波面に実質的に影響はないという効果が得られる。

具体的には、380 ~ 420 nm の範囲内の波長  $\lambda_1$  のうち、基準波



長を  $400\text{ nm}$  とし、波長  $400\text{ nm}$  における屈折率を  $n$  とすると、

$$760\text{ nm} \leq (n-1) \times d \leq 840\text{ nm}$$

の関係を満足していればよい。

一方、DVD 13 の記録再生の際は、波長  $\lambda_2$  の光にとって位相差  
5 9 a は、 $d / \lambda_2 \times (n_2 - 1) = 1.2$  の位相差を生じさせる。光  
の位相としては波長の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分の  
みを考慮すると、 $d$  は  $0.2\lambda$  に相当する。つまり、波長  $\lambda_2$  の光は波  
面が変換される。

図 30 に、位相板 9 が無い場合の波面収差を細線で、位相板 9 がある  
10 場合の波面収差を太線で示す。位相板 9 が無い場合は波面収差の標準偏  
差が  $77\text{ m}\lambda$  であったが、位相板 9 がある場合は  $51\text{ m}\lambda$  に低減した。  
これは、第 2 の従来例と同等である。波面収差の標準偏差がマーシャル  
基準の  $70\text{ m}\lambda$  以下となれば、光ヘッドは回折限界性能を有しており、  
情報の記録再生が良好に行える。

15 このように、本実施の形態 5 は、波長  $\lambda_2$  の光の発散度合いを第 2 の  
従来例に示したものより大きくしたことで、位相板 9 の段差の数を少な  
くでき、構成が非常に簡単になる。つまり、位相板の作製が容易となり、  
光の損失も抑えられ、光源の消費電力も少なくてすむことになる。

また、対物レンズ 11 に入射する光が発散している場合、対物レンズ  
20 44 がトラッキング方向に駆動されるとコマ収差を発生するが、前記実  
施の形態 4 で説明したチルト駆動が可能な対物レンズ駆動装置 44 を用  
いて、トラッキング移動量に応じて対物レンズ 11 を傾ければ、コマ収  
差をうち消すことができる。

このように、本実施の形態 5 によれば、超高密度光ディスク 12 と D  
25 VD 13 のそれぞれに対して、簡単な構成の位相板によって光の損失を  
抑えられる。また、対物レンズ 11 を傾けることによってコマ収差を補

正できるので、収差の少ない光を情報面に集光することができ、情報の記録再生を良好に行うことができる。

なお、ここでは簡単のために光源と検出器とを一体化したモジュール 2 a を用いたが、光源と検出器とは別体としてもよい。

#### 5 (実施の形態 6)

図 3 1 に、本発明の実施の形態 6 の光ヘッドの構成図を示している。実施の形態 4 と異なるのは、モジュール 2 a の光源の位置が C である点と、位相板 1 6 と、対物レンズ 1 1 のチルト駆動装置が必要ない点である。

- 10 モジュール 2 a の光源の位置は、位置 D と位置 B とのほぼ中間の位置 C である。すなわち、位置 C は、集光レンズ 7 を通過した波長  $\lambda_2$  の光が平行光となる位置 D と、集光レンズ 7 を通過した波長  $\lambda_2$  の光が NA 0.6 で開口制限され、基材厚 0.1 mm の光ディスク 1 2 に対して収差が最小となるように設計された対物レンズ 1 1 を通って基材厚 0.6
- 15 mm の DVD 1 3 に照射したときの波面収差が最小となる位置 B とのほぼ中間の位置である。

- モジュール 2 a の光源が位置 B にあるときと比べると、対物レンズ 1 1 に入射する発散光の発散度合いが小さくなるので、対物レンズ 1 1 がトラッキング方向に駆動されてもコマ収差の発生は小さい。つまり、対
- 20 物レンズ 1 1 のチルト駆動を行うためにチルト駆動装置を設ける必要がないので、システムの構成を簡単にできる。

- 図 3 2 に位相板 1 6 の構成を示しており、図 3 2 A が表面側（ディスク側）の平面図、図 3 2 B が側面図である。位相板 1 6 には、一段当たりの高さが  $d$  の同心円状の段差  $d$ 、 $2d$ 、 $3d$ 、 $4d$  を備えた位相段差
- 25 1 6 a が構成されている。高さ  $d$  は、位相板 1 6 の波長  $\lambda_1$  での屈折率を  $n_1$  として、

$$d = 2 \lambda_1 / (n_1 - 1)$$

としている。

- また、前記実施の形態 5 で説明したように、所定の範囲内であれば、波長 380 ～ 420 nm の範囲内の光が、位相板において、光の波面に
- 5 実質的に影響はないという効果が得られる。

具体的には、380 ～ 420 nm の範囲内の波長  $\lambda_1$  のうち、基準波長を 400 nm とし、波長 400 nm における屈折率を  $n$  とすると、

$$760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$$

の関係を満足していればよい。

- 10 超高密度光ディスク 12 の記録再生の際は、波長  $\lambda_1$  の光は高さ  $d$  による位相差は  $2\lambda$  となるが、これは波長の整数倍であるので、光の波面に影響はなく、光の損失もない。つまり、超高密度光ディスク 12 の再生時には良好なジッタが得られ、記録時には十分なピーク強度が得られる。
- 15 一方、DVD 13 の記録再生の際は、波長  $\lambda_2$  の光にとって高さ  $d$  は、 $d / \lambda_2 \times (n_2 - 1) = 1.2\lambda$  の位相差を生じさせる。光の位相としては波長の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分のみを考慮すると、 $d$  は  $0.2\lambda$  に相当する。同様にして、高さ  $2d$ 、 $3d$ 、 $4d$  は位相差  $0.4\lambda$ 、 $0.6\lambda$ 、 $0.8\lambda$  に相当する。すなわち、波長  $\lambda$
- 20 2 の光は、波面が変換されることになる。

- 図 33 に、位相板 16 が無い場合の波面収差を細線で、位相板 16 がある場合の波面収差を太線で示す。位相段差 16a の段差の幅と高さは、細線の波面収差を補正するように構成する。これにより、位相板 16 が無い場合は、波面収差の標準偏差が  $490 \text{ m}\lambda$  であったのに対して、位
- 25 相板 16 がある場合は  $58 \text{ m}\lambda$  に低減した。波面収差の標準偏差がマーシャル基準の  $70 \text{ m}\lambda$  以下となれば、光ヘッドは回折限界性能を有して

おり、情報の記録再生が良好に行える。

- このように、本実施の形態によれば、対物レンズ 11 がトラッキング方向に駆動されたときに生じるコマ収差は小さく抑えられるので、対物レンズ 11 のチルト駆動装置を省くことができ、光ヘッドは簡素化でき
- 5 て、システムの構成も簡単になる。また、超高密度光ディスク 12 と DVD 13 のそれぞれに対して、収差の少ない光を情報面に集光することができるので、情報の記録再生を良好に行うことができる。

なお、位相段差の高さが 4 d までの例で説明したが、5 d、6 d、又はこれ以上としてもよい。

- 10 また、モジュール 2 a の光源の位置が C と D との間にあっても、波面収差を補正するように位相段差の幅と高さの構成を変更すれば、同様の効果が得られる。

また、ここでは簡単のために光源と検出器とを一体化したモジュール 2 a を用いたが、光源と検出器とは別体としても良い。

- 15 また、本実施の形態によれば、対物レンズ 11 のチルト駆動は必要としないほどコマ収差は抑えられているが、対物レンズ 11 のチルト駆動を加えてもよい。チルト駆動を加えれば、光ディスクのチルトマージンが広くなり、そりが大きい光ディスクに対しても記録再生が良好になる。

(実施の形態 7)

- 20 本発明の実施の形態 7 に係る光ヘッドを、図 34 に示す。実施の形態 6 と異なるのは、DVD 13 用のモジュールを無くして光源 2 のみにしたことと、位相板 17 である。光源 2 は、波長  $\lambda_2$  の光が集光レンズ 7 を通った後、平行光となる位置に設定する。これにより、DVD 13 で反射した光は検出器 15 に集光するようにできるので、検出器を超高密度光ディスク 12 用と DVD 13 用とで共通化できる。つまり、部品点
- 25 数の削減、コストダウンが図られる。また、対物レンズ 11 に入射する

光が平行光になるので、対物レンズ 11 のチルト駆動装置が必要なくなり、光ヘッドが簡素化され、対物レンズ 11 がトラッキング方向に駆動されてもコマ収差は発生しない。

図 35 に位相板 17 の構成を示しており、図 35 A が表面側（ディスク側）の平面図、図 35 B が側面図である。位相板 17 には、一段当たりの高さが  $d$  の同心円状の段差  $d$ 、 $2d$ 、 $3d$ 、 $4d$  の位相差 17a が構成されている。高さ  $d$  は、位相板 17 の波長  $\lambda_1$  での屈折率を  $n_1$  として、

$$d = 2\lambda_1 / (n_1 - 1)$$

10 としている。図 35 B の構成は、実施の形態 6 の図 32 B の構成と比較する、径方向に段差の数が増えているが、最小幅は  $12\mu\text{m}$  程度なので、容易に製作可能である。

超高密度光ディスク 12 の記録再生の際は、波長  $\lambda_1$  の光は高さ  $d$  による位相差は  $2\lambda$  となるが、これは波長の整数倍であるので、光の波面に影響はなく、光の損失もない。つまり、超高密度光ディスク 12 の再生時には良好なジッタが得られ、記録時には十分なピーク強度が得られる。

また、前記実施の形態 5 で説明したように、所定の範囲内であれば、波長  $380 \sim 420\text{nm}$  の範囲内の光が、位相板において、光の波面に  
20 実質的に影響はないという効果が得られる。

具体的には、 $380 \sim 420\text{nm}$  の範囲内の波長  $\lambda_1$  のうち、基準波長を  $400\text{nm}$  とし、波長  $400\text{nm}$  における屈折率を  $n$  とすると、

$$760\text{nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840\text{nm}$$

の関係を満足していればよい。

25 一方、DVD 13 の記録再生の際は、波長  $\lambda_2$  の光にとって高さ  $d$  は、 $d / \lambda_2 \times (n_2 - 1) = 1.2\lambda$  の位相差を生じさせる。光の位相と

しては波長の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分のみを考慮すると、 $d$ は $0.2\lambda$ に相当する。同様にして、高さ $2d$ 、 $3d$ 、 $4d$ は、位相差 $0.4\lambda$ 、 $0.6\lambda$ 、 $0.8\lambda$ に相当する。すなわち、波長 $\lambda$ の光は、波面が変換されることになる。

- 5 図36に、位相板17が無い場合の波面収差を細線で、位相板17がある場合の波面収差を太線で示す。位相段差17aの段差の幅と高さは、細線の波面収差を補正するように構成する。これにより、位相板17がない場合は波面収差の標準偏差が $780m\lambda$ であったが、位相板17がある場合は $58m\lambda$ に低減した。波面収差の標準偏差がマーシャル基準  
10 の $70m\lambda$ 以下となれば、光ヘッドは回折限界性能を有しており、情報の記録再生が良好に行える。

- このように、本実施の形態によれば、対物レンズ11に入射する光を平行光にしたことにより、対物レンズ11のチルト駆動装置の必要がなくなり、光ヘッドが簡素化され、システムの構成も簡単になる。また、  
15 超高密度光ディスク12とDVD13とのそれぞれに対して、収差の少ない光を情報面に集光することができるので、情報の記録再生を良好に行うことができる。

なお、位相段差の高さが $4d$ までの例で説明したが、 $5d$ 、 $6d$ 、又はこれ以上としてもよい。

## 20 (実施の形態8)

本発明の実施の形態8に係る光ヘッドを、図37に示す。実施の形態7と異なるのはミラー19と位相板18であり、光源2から出射された光が平行光になるまでの構成と、光ディスク12で反射した光が検出器15に入射する構成は実施の形態7と同じである。

- 25 ミラー19は、図38に示すように平面の反射面19aと、曲率半径 $R$ を有する曲面の反射面19bとを有する。反射面19aは、波長 $\lambda$ 1

の光 1 a を、対物レンズ 1 1 に対して平行光のまま全反射させると共に、波長  $\lambda$  2 の光 2 b を全透過させるダイクロイック膜を構成している。

また反射面 1 9 b は、波長  $\lambda$  2 の光 2 b を、対物レンズ 1 1 に対して最適な発散度合いとなるような発散光に変換して全反射させる。位相板

5 1 8 は発散度合いに応じて位相段差が設定される。例えば、発散度合い及び位相板 1 8 は、実施の形態 6 のようにすれば良い。

このような構成により、対物レンズ 1 1 がトラッキング方向に駆動された時に生じるコマ収差も小さく抑えられるので、超高密度光ディスク 1 2 と DVD 1 3 とのそれぞれに対して、収差の少ない光を情報面に集光することができ、情報の記録再生を良好に行うことができる。また、  
10 検出器を 1 つに共通化しているので、コスト削減ができる。

さらに、実施の形態 7 に比べて段差の数を少なく、段差の幅を広くできるので、製造が容易、かつ、設計通りの形状が作製でき、光の損失を少なくできる。

15 (実施の形態 9)

本発明の実施の形態 9 について、図 3 9 を用いて説明する。図 3 9 は、位相板 1 8 の構成を示しており、図 3 9 A は側面図、図 3 9 B は裏面図である。位相板 1 8 は、表面（ディスク側）に位相段差 1 8 a、裏面（ディスクから遠ざかる側）に凸レンズパワーを有する色収差補正ホログラム 1 8 b が構成されている。  
20

色収差補正ホログラム 1 8 b については、前記特許文献 3（特開 2 0 0 1 - 6 0 3 3 6 号公報）に詳細が開示されている。波長  $\lambda$  1 の光の波長ずれによる対物レンズで発生する収差を、回折格子の回折角の変化で打ち消して色収差を補正する。位相板 1 8 に色収差補正ホログラム 1 8 b を一体に構成することにより、新たに部品を追加することなく、色収差の補正が可能となる。  
25

なお、前記形態 4～8 の位相板においても、色収差補正ホログラムを一体に構成すれば、同様な効果が得られる。

(実施の形態 10)

本発明の実施の形態 10 に係る光ヘッドを図 40 に示す。基材厚が 0.1 mm の超高密度光ディスク 12、基材厚が 0.6 mm の光ディスク (DVD) 13、及び基材厚 1.2 mm の光ディスク (CD) 14 を、記録再生する状態を示しており、説明の便宜上、同一箇所に重ねて描いている。

光ヘッドは波長 380 nm～420 nm (波長  $\lambda_1$ ) の光源 1 と、波長 630 nm～680 nm (波長  $\lambda_2$ ) の光源 2 と、波長 780 nm～820 nm (波長  $\lambda_3$ ) の光源 3 とを有している。

超高密度光ディスク 12 を記録再生する際は、光源 1 から出射した波長  $\lambda_1$  の光がプリズム 4、5、6 を透過し、集光レンズ 7 で平行光になる。この平行光は、ミラー 8 で反射し、液晶ホログラム 10 と位相板 17 を透過し、対物レンズ 11 より集光され、超高密度光ディスク 12 に照射される。

ここで対物レンズ 11 は、NA 0.85、波長  $\lambda_1$ 、基材厚 0.1 mm のディスクに対応するように設計されている。また、位相板 17 は、後述するように、波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_3$  の光に対して、影響を与えることなく透過させ、波長  $\lambda_2$  の光に対して波面が変換されるように設計されている。

また、超高密度光ディスク 12 の記録再生時は、液晶ホログラム 10 は、電圧が印加されない状態 (OFF) であり、光は影響を受けずに透過する。超高密度光ディスク 12 で反射した光は再び対物レンズ 11、位相板 17、液晶ホログラム 10 を通り、ミラー 8 で反射する。この反射光は、集光レンズ 7 で集光され、プリズム 6 で反射して、検出器 15



に入射する。検出器 15 は複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を出力する。

DVD 13 を記録再生する際は、光源 2 から出射された波長  $\lambda_2$  の光がプリズム 4 で反射し、プリズム 5、6 を透過し、集光レンズ 7 で平行光になる。この平行光は、ミラー 8 で反射され、液晶ホログラム 10 を透過し、位相板 17 で波面が変換され、対物レンズ 11 により集光され、DVD 13 に照射される。

ここで、対物レンズ 11 から出射される光の NA は 0.6 に制限される。また、位相板 17 は、波長  $\lambda_2$  の平行光が基材厚 0.1 mm のディスクに対して収差が最小になるように設計された対物レンズ 11 を通過後、基材厚 0.6 mm の光ディスクに照射したときに、波面収差の標準偏差が  $70\text{ m}\lambda$  以下になるように設計されている。

また、DVD 13 の記録再生時は、液晶ホログラム 10 は OFF の状態であり、波長  $\lambda_2$  の光は影響を受けずに透過する。DVD 13 で反射した光は再び対物レンズ 11、位相板 17、液晶ホログラム 10 を通り、ミラー 8 で反射される。この反射光は、集光レンズ 7 で集光され、プリズム 6 で反射して検出器 15 に入射する。

CD 14 を記録再生する際は、光源 3 から出射された波長  $\lambda_3$  の光がプリズム 5 で反射し、プリズム 6 を透過し、集光レンズ 7 で平行光になる。この平行光は、ミラー 8 で反射され、液晶ホログラム 10 で波面が変換される。さらに、位相板 17 を透過し、対物レンズ 11 により集光され、CD 14 に照射される。

ここで、対物レンズ 11 から出射される光の NA は 0.45 に制限される。また、位相板 17 は、 $\lambda_3$  の光に対して影響を与えることなく透過させる。また、CD 14 の記録再生時は、液晶ホログラム 10 は、電圧が印加された状態 (ON) であり、波長  $\lambda_3$  の平行光が対物レンズ 1

1 通過後、基材厚 1.2 mm の光ディスクに照射したときに、波面収差の標準偏差が 70 nm 以下になるように設計されている。

CD 14 で反射した光は、再び対物レンズ 11、位相板 17、液晶ホログラム 10 を通り、ミラー 8 で反射し、集光レンズ 7 で集光され、プリズム 6 で反射して検出器 15 に入射する。

位相板 17 の構成は、前記の図 35 の構成と同様である。すなわち、位相板 17 には、一段当たりの高さが  $d$  の同心円状の段差  $d$ 、 $2d$ 、 $3d$ 、 $4d$  の位相段差 17a が構成されている。

位相板 17 の波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_3$  での屈折率を、それぞれ  $n_1$ 、 $n_3$  とすると、高さ  $d$  は

$$d = 2\lambda_1 / (n_1 - 1)$$

である。屈折率  $n_1$ 、 $n_2$  は

$-10\text{ nm} < \lambda_1 / (n_1 - 1) - \lambda_3 / (n_3 - 1) / 2 < 10\text{ nm}$  を満たす。使用する波長と位相板の材料を適当に選ぶことによって、波長  $\lambda_1$  と  $\lambda_3$  の光にはほとんど影響を与えず、波長  $\lambda_2$  の光には波面を変換させることができる。

超高密度光ディスク 12 の記録再生の際は、波長  $\lambda_1$  の光は高さ  $d$  による位相差は  $2\lambda$  となり、CD 14 の記録再生の際は、波長  $\lambda_3$  の光は高さ  $d$  による位相差はほぼ  $\lambda$  となる。波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_3$  の何れの光においても、位相差は波長の整数倍であるので光の波面に影響はなく、光の損失もない。つまり、超高密度光ディスク 12 と CD 14 の再生時には良好なジッタが得られ、記録時には十分なピーク強度が得られる。

また、前記実施の形態 5 で説明したように、所定の範囲内であれば、波長 380 ~ 420 nm の範囲内の光が、位相板において、光の波面に実質的に影響はないという効果が得られる。

具体的には、380 ~ 420 nm の範囲内の波長  $\lambda_1$  のうち、基準波

長を  $400\text{ nm}$  とし、波長  $400\text{ nm}$  における屈折率を  $n$  とすると、

$$760\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840\text{ nm}$$

の関係を満足していればよい。

一方、DVD 13 の記録再生の際は、波長  $\lambda_2$  の光にとって高さ  $d$  は、  
 5  $d / \lambda_2 \times (n_2 - 1) = 1.2$  の位相差を生じさせる。光の位相と  
 しては波長の整数倍分は無視できるから、小数点以下の部分のみを考慮  
 すると、 $d$  は  $0.2\lambda$  に相当する。同様にして、高さ  $2d$ 、 $3d$ 、 $4d$   
 は、位相差  $0.4\lambda$ 、 $0.6\lambda$ 、 $0.8\lambda$  に相当する。すなわち、波長  
 $\lambda_2$  の光は、波面が変換されることになる。

10 例えば、使用する光の波長が  $\lambda_1 = 405\text{ nm}$ 、 $\lambda_2 = 650\text{ nm}$ 、  
 $\lambda_3 = 780\text{ nm}$  の場合は、位相板の材料を一般的なガラス材料である  
 BK7、位相差の一段当たりの高さを  $d = 1.5292\text{ }\mu\text{m}$  とすれば  
 よい。BK7 の屈折率は、 $n_1 = 1.5297$ 、 $n_2 = 1.5141$ 、  
 $n_3 = 1.5107$  なので、一段当たりの位相差は、波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、  
 15  $\lambda_3$  の光それぞれに対して  $2\lambda$ 、 $1.2\lambda$ 、 $\lambda$  となる。つまり、超高密  
 度光ディスク 12 と CD 14 のときは、位相板の影響はなく、DVD 1  
 3 のときのみに波面を変換することができる。

図 36 に、位相板 17 がない場合の波面収差を細線で、位相板 17 が  
 ある場合の波面収差を太線で示す。位相差 17a の段差の幅と高さは、  
 20 細線の波面収差を補正するように構成する。これにより、位相板 17 が  
 ない場合は波面収差の標準偏差が  $780\text{ m}\lambda$  であったが、位相板 17 が  
 ある場合は  $58\text{ m}\lambda$  に低減した。

波面収差の標準偏差がマーシャル基準の  $70\text{ m}\lambda$  以下となれば、光ヘッ  
 ドは回折限界性能を有しており、情報の記録再生が良好に行える。

25 図 41 に、液晶ホログラム 10 の構成を示しており、図 41A は表面  
 側（ディスク側）の平面図であり、図 41B は断面拡大図である。屈折

率  $n_o$  の基板 10b には、レリーフ状ホログラムパターンが構成されており、その面に透明電極 10c が形成されている。液晶 10a は透明電極 10c と 10d との間に挟まれている。

液晶 10a の屈折率は、透明電極 10c と 10d との間の電圧によって変化し、電圧が印加された状態（ON）で屈折率  $n_e$ 、電圧が印加されない状態（OFF）で屈折率  $n_o$  となる。OFF の状態で液晶 10a と基板 10b の屈折率は等しくなる。この場合、単なる平板と同じになるが、ON の状態で屈折率差を生じ、ホログラムによる回折現象が生じる。

10 基板 10b の材料と液晶 10a の材料との組み合わせを、適当に選べば所望の回折効果が得られる。ホログラムは、波長  $\lambda_3$  の光が対物レンズ 11 を通って CD 14 に照射されたときに発生する波面収差を打ち消すような収差を有している。つまり、超高密度光ディスク 12 と DVD 13 のときに、OFF の状態にすればこれらの光に影響を与えず、CD 14 のときに ON の状態にすれば光の波面を変換することができる。

このように、本実施の形態によれば、超高密度光ディスク 12、DVD 13、CD 14 のそれぞれに対して、収差の少ない光を情報面に集光することができるので、情報の記録再生を良好に行うことができる。

20 なお、本発明の実施の形態 10 では、波長  $\lambda_2$  の光が集光レンズ 7 で平行光になる場合について説明したが、実施の形態 5、6 の場合のように発散光になる場合でもよい。

また、CD 14 の記録再生に液晶を用いて説明したが、本発明の位相差差は CD 14 に影響を与えないのが特徴であり、CD 14 の記録再生にどのような方法を用いてもよい。

25 また、液晶のホログラムパターンを DVD 13 で発生する波面収差を打ち消すように構成すれば、DVD 13 の記録再生においても液晶を用

いることができる。さらに、CD 14用とDVD 13用のそれぞれの液晶ホログラムを搭載することも可能である。

また、実施の形態5～10の位相段差においては、高さを $d = 2\lambda_1 / (n_1 - 1)$ としたが、超高密度光ディスク12とDVD 13との記録再生に限れば、高さを $d = \lambda_1 / (n_1 - 1)$ としても、同様に実施可能である。

また、前記のように、所定の範囲内であれば、波長380～420 nmの範囲内の光が、位相板において、光の波面に実質的に影響はないという効果が得られる。このため、基準波長400 nmにおける屈折率を  
10 nとし、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足しているようにしてもよい。

このとき、波長 $\lambda_2$ の光にとって、高さdは0.6 $\lambda$ の位相差を生じさせるので、d、2d、3d、4dは0.6 $\lambda$ 、0.2 $\lambda$ 、0.8 $\lambda$ 、  
15 0.4 $\lambda$ に相当する。例えば、実施の形態6の位相段差16a（図32）は、図42に示した位相段差16bのようになる。

このようにすれば、段差の高さを低くすることができるので、位相板の作製が容易となり、製作時間が短縮できる。また、設計通りの形状が作製し易くなるので、光の損失も少なく、消費電力は抑えられるという  
20 効果が得られる。

また、位相段差は、ガラス基板をエッチングすることによって容易に形成することができる。また、ガラスや樹脂の成形により形成することも可能である。また、位相段差は対物レンズに一体に形成することも可能である。

25 なお、位相段差の材料に樹脂を用いる場合、波長420 nm以下になると化学変化が起き易くなるので、光吸収率が5%以下が好ましく、3%

以下がより好ましい。例えば非晶質ポリオレフィン（ゼオニクスやアペルなど）を用いることが好ましい。

また、超高密度光ディスク 12 の例として、基材厚 0.1 mm、NA 0.85 を仮定したが、これに限るものではない。

- 5      また、光の開口を制限する方法については特に述べなかったが、波長選択性のフィルター（図示せず）を位相板 17 や対物レンズ 11 に蒸着する方法や、別体のガラスフィルターとして設ける方法がある。また、各波長の光のみが通る光路（光源からプリズムまでの間）に開口を設けて制限しても良い。

10      （実施の形態 11）

- 本発明の実施の形態 11 に係る光ヘッドを、図 43 に示す。本図は、基材厚が 0.1 mm の超高密度光ディスク 12、基材厚が 0.6 mm の光ディスク（DVD）13 及び基材厚 1.2 mm の光ディスク（CD）14 を記録再生する状態を示しており、説明の便宜上、同一箇所に重ねて描いている。

- 光ヘッドは波長 380 nm～420 nm ( $\lambda 1$ ) の光源 1 と、波長 630 nm～680 nm ( $\lambda 2$ ) の光源 2 と、波長 780 nm～820 nm ( $\lambda 3$ ) の光源 3 とを有している。

- 20      超高密度光ディスク 12 を記録再生する際は、光源 1 から出射した波長  $\lambda 1$  の光がプリズム 4、5、6 を透過し、集光レンズ 7 で平行光になる。この平行光は、ダイクロミラー 20 の反射面 67a で反射し、位相板 17 を透過し、対物レンズ 39 より集光され、超高密度光ディスク 12 に照射される。

- 25      ここで、反射面 67a は、波長  $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$  の光を全反射させると共に、波長  $\lambda 3$  の光を全透過させるダイクロイック膜を構成している。位相板 17 は、前記実施の形態 7 で使用したものである。また、対物レンズ 3

9、45、及び位相板17は、レンズホルダ33に搭載される。

超高密度光ディスク12で反射した光は、再び対物レンズ39、位相板17を通り、ダイクロミラー67の反射面67aで反射される。この反射光は、集光レンズ7で集光され、プリズム6で反射して、検出器155に入射する。検出器15は複数の光検出領域を持ち、受光した光量に応じた信号を出力する。

DVD13を記録再生する際は、光源2から出射された波長 $\lambda_2$ の光がプリズム4で反射し、プリズム5、6を透過し、集光レンズ7で平行光になる。この平行光は、ダイクロミラー67の反射面67aで反射し、10 位相板17で波面が変換され、対物レンズ39により集光され、DVD13に照射される。

DVD13で反射した光は、再び対物レンズ39、位相板17を通り、ダイクロミラー67の反射面67aで反射される。この反射光は、集光レンズ7で集光され、プリズム6で反射して検出器15に入射する。

15 CD14を記録再生する際は、光源3から出射された波長 $\lambda_3$ の光がプリズム5で反射し、プリズム6を透過し、集光レンズ7で平行光になる。この平行光はダイクロミラー67の反射面67aを透過し、反射面67bで反射し、対物レンズ45により集光され、CD14に照射される。

20 CD14で反射した光は、再び対物レンズ45を通り、ダイクロミラー67の反射面67bで反射し、集光レンズ7で集光され、プリズム6で反射して検出器15に入射する。

対物レンズ39と45とを使い分けることにより、超高密度光ディスク12、DVD13、CD14のそれぞれに対して、情報の記録再生を25 行うことができる。

レンズホルダ33に2つの対物レンズ39、45を搭載した対物レン

ズ駆動装置について、図 4 4 を用いて詳しく説明する。レンズホルダ 3  
3 は、超高密度光ディスク 1 2 と DVD 1 3 の記録再生時に使用される  
対物レンズ 3 9 と、CD 1 4 の記録再生時に使用される対物レンズ 4 5  
と、駆動コイル 3 4 a、3 4 b、3 5 を具備し、ワイヤ 3 6 によって固  
5 定部 3 7 に懸架されている。

駆動コイル 3 4 a、3 4 b、3 5 と磁石 3 8 とで磁気回路が構成され  
ている。対物レンズ 3 9、4 5 は、駆動コイル 3 5 に電流を流すことに  
よりトラッキング方向（x 方向）へ駆動され、駆動コイル 3 4 a、3 4  
b に同一方向、同一の値の電流を流すことによりフォーカス方向へ駆動  
10 される。

そして、駆動コイル 3 4 a と 3 4 b とに異なる電流を流すことにより、  
図 4 5 に示すように、対物レンズ 3 9 を  $\phi$  方向へチルト駆動させること  
ができる。この構成により、光ディスクが傾くことによって発生するコ  
マ収差を、対物レンズ 3 9 を傾けることによって補正することができる。  
15 前記第 3 の従来例と異なるのは、2 つの対物レンズ 3 9、4 5 をトラ  
ッキング方向（x 方向）に並べた点である。

図 4 6 に、光ディスクに照射される光のスポットの状態を示している。  
ディファレンシャルプッシュプル（DPP）法や 3 ビーム法は、再生す  
るためのメインスポットと、トラッキング検出のための 2 つのサブスポ  
ットを用いる。図 4 4 に示した対物レンズ 3 9 のメインスポット 3 9 a  
20 は、図 4 6 に示したスポットの位置 5 7 a である。サブスポットの位置  
は 5 7 b、5 7 c であり、再生トラック 5 9 a に対して最適な角度  $\theta_0$   
に設定される。

角度  $\theta_0$  は、例えば、3 ビーム法ではサブスポット 5 7 b、5 7 c が 1  
25  $\div 4 T_p$ （ $T_p$  は光ディスクのトラックピッチ）に位置するように設定  
される。また DPP 法では、サブスポット 5 7 b、5 7 c は  $1 \div 2 T_p$



に位置するように設定される。光ヘッドのシーク動作によってこれらのスポットはx方向に移動し、スポットの位置は58a、58b、58cとなる。

5       スポットの位置57a、58aは光ディスクの回転中心Oを通るx方向の直線上にあるため、光ヘッドのシーク動作が行われても記録再生トラック59bとなす角は $\theta_0$ を保っている。対物レンズ45のスポットに関しても同じである。

10       このように、本実施の形態によれば、2つの対物レンズをトラッキング方向に並べることにより、一般的なトラッキング検出方法であるDPP法や3ビーム法を用いることができ、良好なトラッキング検出が行えるようになる。

15       ここで、一般の対物レンズは、製造の誤差に起因するコマ収差を多少有している。これを補正するために、対物レンズに入射する光に対して対物レンズの光軸を傾けるスキュー調整を行うのが一般的である。スキュー調整は、対物レンズ駆動装置を傾けることによってなされる。2つの対物レンズを搭載している対物レンズ駆動装置では、対物レンズ駆動装置を傾けると、各対物レンズは一体となって変位する。このため、片方の対物レンズに対してスキュー調整を行っても、他方の対物レンズは必ずしも最適な状態にはならない。また、スキュー調整の精度は、光ディスクの記録密度が高いほど、高める必要がある。

25       本実施の形態では、対物レンズ45を3つの光ディスクのうち、最も記録密度の低いCD14の専用とすることにより、対物レンズ45に対し、対物レンズ39とは別個にスキュー調整することを省き、スキュー調整を容易にしている。すなわち、対物レンズ39に対してはスキュー調整を行うが、CD14に対しては専用のスキュー調整は不要としている。

相対的に記録密度が低いCDに関しては、スキュー調整の精度はそれほど必要とされないので、対物レンズ駆動装置を傾ける調整をしなくても、レンズホルダ33に対して対物レンズ45を傾けて調整するという粗い調整で足りることになる。また、CD14は相対的に長波長、低NAであるため、対物レンズ45の設計自由度は広い。このような対物レンズ45は、正弦条件を外すことにより、対物レンズ45が傾いたときに発生するコマ収差を小さく抑える設計が可能である。このように設計された対物レンズ45を用いれば、CD14に関して専用のスキュー調整を省くことができる。

10     なお、本実施の形態では、ワイヤサスペンション型の対物レンズ駆動装置について説明したが、軸摺動型の対物レンズ駆動装置に2つの対物レンズを搭載した場合でも、スキュー調整が容易となる効果は同様に得られる。

15     また、CD14は低NAのため、対物レンズ45の外径を小さく設計できる。つまり、対物レンズ45を対物レンズ39に対して光ディスクの内周側に配置して構成できるようになる。

20     このことについて、図47を用いて説明する。光ヘッド62には、対物レンズ39、45がトラッキング方向に並べて配置されている。超高密度光ディスク12は、ターンテーブル63とクランパー64とで挟んで固定され、モーター65によって回転させられる。

光ヘッド62はトラバース66上に乗っており、光ディスク12の内周から外周まで移動（シーク動作）できるようにしている。光ヘッド62が、超高密度光ディスク12の最内周に記録された情報の位置に移動する場合、光ヘッド62とモータ65とが近接する。

25     この場合、対物レンズ45の外径が小さいので、対物レンズ39は最内周位置に移動でき、情報を問題なく読み取ることが可能である。また、

対物レンズ 4 5 においても、最内周の情報が再生できる。

また、図 4 5 に示すように、対物レンズ 4 5 は、対物レンズ 3 9 に比べ、レンズホルダ 3 3 の中心からずれた位置にあるため、チルト駆動したときに、フォーカス方向の移動  $Z_T$  を生じてしまう。これは、チルト制御がフォーカス制御に干渉を起こす原因となり、制御の安定性の観点から好ましくない。

一方、対物レンズ 3 9 は、レンズホルダ 3 3 の中心（チルト駆動の中心）に位置するため、フォーカス方向の移動がほとんどなく、制御の干渉は生じない。つまり、チルト駆動をした方が好ましい超高密度光ディスク 1 2 と DVD 1 3 に対して、対物レンズ 3 9 をレンズホルダ 3 3 の中心に配置させることにより、チルト制御を用いて安定かつ良好に情報の記録再生が行えるようになる。

このように、本実施の形態によれば、超高密度光ディスク 1 2 と DVD 1 3 用の対物レンズ 3 9 をレンズホルダの中心に配置し、CD 1 4 用の対物レンズ 4 5 を光ディスクの内周側に配置することで、スキュー調整が容易、光ディスクの最内周データの再生が可能、及び超高密度光ディスクと DVD とに対して対物レンズのチルト駆動が可能といった多くの効果が得られる。

なお、チルト駆動を必要としない場合は、駆動コイル 3 4 a と 3 4 b を共通とすれば良い。

また、本実施の形態では、位相板 1 7 を用いて説明したが、超高密度光ディスク 1 2 と DVD 1 3 を記録再生できる手段であれば、液晶やホログラムを用いても良い。

また、超高密度光ディスク 1 2 と DVD 1 3 の記録再生の際には対物レンズ 3 9 を使用し、CD 1 4 の記録再生の際には対物レンズ 4 5 を使用する場合について説明したが、超高密度光ディスク 1 2 専用の対物レ

レンズと、DVD 13 及び CD 14 用の対物レンズを用いても、DPP 法や 3 ビーム法が使える、同様又はこれに準ずる効果が得られる。また、このとき、CD 14 又は DVD 13 のどちらか一方だけの記録再生でも良いことは言うまでもない。

5 (実施の形態 12)

本発明の実施の形態 12 に係る光ヘッドを図 48 に示す。実施の形態 11 と異なるのは、対物レンズ 68 と光ディスクのチルト検出のための検出器 69 である。図 48 は、基材厚が 0.1 mm の超高密度光ディスク 12 を記録再生している状態であり、超高密度光ディスク 12 がチルトしている様子を示している。

光源 1 から出射した波長  $\lambda_1$  の光は、対物レンズ 39 で集光されて、超高密度光ディスク 12 に照射され、記録再生を行う。同時に、光源 3 から出射した波長  $\lambda_3$  の光は、後述する対物レンズ 68 に入射し、輪帯状の領域のみが平行光のまま透過し、超高密度光ディスク 12 に照射される。チルトしている超高密度光ディスク 12 で反射した光は、方向が変化し、検出器 69 で検出される。

図中、輪帯状の領域の反射光をハッチングで示している。ここで、対物レンズ 68 は、断面図を図 49 A に、裏面図（ディスクと反対側）を図 49 B に示すように、チルト検出のための輪帯状の領域 77 a を有している。この領域 77 a を通る平行光は集光されずに、そのまま透過する。77 a 以外の領域は、CD 14 に最適化されている。CD 14 の記録再生の際には、光量が若干減少するが、記録再生に問題はない。

図 50 に、検出器 69 を示す。検出器 69 は 2 つの検出領域を有し、受光された輪帯状の光は、超高密度光ディスク 12 のチルト量に応じて移動する。検出器 69 のそれぞれの検出領域で得られた信号の差  $V_1 - V_2$  から、超高密度光ディスク 12 のチルト量が検出できる。

一般に、光ディスクには製造誤差や経時変化などで、そり（チルト）が生じているので、コマ収差が発生する。記録密度が高くなるほど、高精度な収差性能が求められるので、良好な記録再生を行うには対物レンズをチルト駆動してコマ収差を補正した方が好ましい。本実施の形態ではチルト検出を行い、そのチルト検出信号を基に、実施の形態 1 1 で説明したチルト駆動が可能な対物レンズ駆動装置でチルト駆動を行えば、コマ収差が補正でき、情報の記録再生を良好に行うことができる。

このように、本発明の実施の形態によれば、記録再生を行っていない他の波長の光を利用するので、簡単な構成でチルト検出が行え、新たにチルトセンサを付ける必要がなく、コストが削減できる。また、記録再生しているスポットの直近の位置でチルト検出を行っているので、精度の高いチルト検出精度が得られる。

なお、本実施の形態では、検出器 6 9 の検出領域が 2 分割の場合で説明したが、4 分割とすればラジアル方向、タンジェンシャル方向のそれぞれのチルトが検出できるようになる。

また、前記の説明では基材厚 0.1 mm の光ディスク 1 2 のチルトを、CD 1 4 用の光で検出する例を説明したが、これに限らず、DVD 1 3 のチルトを CD 1 4 用の光で検出しても良い。この場合であっても、記録再生を行っていない波長の光を利用してチルト検出を行うので、同様の効果が得られる。

また、対物レンズ 6 8 の一部をチルト検出用の領域にしたが、これに限らず、対物レンズ 6 8 を搭載しているレンズホルダ 3 3 に、スルーホール（図示せず）を空けて、そこにチルト検出用の光を通して同様の効果が得られる。

また、ここでは簡単のために記録再生のための検出器 1 5 とチルト検出のための検出器 6 9 とを別体としたが、一体に共通化しても良い。

(実施の形態 13)

本発明の実施の形態 13 に係る光ヘッドを図 5 1 に示す。前記実施の形態 1 2 と異なるのは、対物レンズ 7 9 である。図 5 1 は、基材厚が 0.1 mm の超高密度光ディスク 1 2 を記録再生している状態であり、超高密度光ディスク 1 2 がチルトしている様子を示している。

光源 1 から出射した波長  $\lambda_1$  の光は、対物レンズ 3 9 で集光されて、超高密度光ディスク 1 2 に照射され、記録再生を行う。同時に、光源 3 から出射した波長  $\lambda_3$  の光は、対物レンズ 7 9 に入射し、超高密度光ディスク 1 2 に照射される。

10      ここで、対物レンズ 7 9 は、内周領域 7 9 a が基材厚 0.1 mm、外周領域 7 9 b が基材厚 1.2 mm (CD) に対して収差が最小になるように設計されている。CD の記録再生の際は、外周領域 7 9 b の光によるスポットで記録再生が行われる。このとき、内周領域 7 9 a の光は大きくぼけているので、記録再生には影響はない。

15      一方、超高密度光ディスク 1 2 に入射した光は、外周領域 7 9 b でスポットが大きくぼけるが、内周領域 7 9 a は記録面近傍に集光する。超高密度光ディスク 1 2 で反射した内周領域 7 9 a の光は、検出器 1 5 で検出される。

20      図中、内周領域 7 9 a の反射光をハッチングで示している。超高密度光ディスク 1 2 の記録再生時は、対物レンズ 7 9 に対してフォーカス制御がなされているので、超高密度光ディスク 1 2 がチルトした場合、対物レンズ 7 9 に対してはフォーカスずれを生じる。検出器 1 5 において、非点収差法やナイフエッジ法等を用いて、フォーカスずれが生じた光をフォーカス検出すれば、チルト検出信号として得られる。

25      一般に、光ディスクには製造誤差や経時変化などで、そりが生じているので、コマ収差が発生する。記録密度が高くなるほど、高精度な収差

性能が求められるので、良好な記録再生を行うには対物レンズをチルト駆動してコマ収差を補正した方が好ましい。本実施の形態では検出器 15 でチルト検出を行い、そのチルト検出信号を基に、実施の形態 11 で説明したチルト駆動が可能な対物レンズ駆動装置でチルト駆動を行えば、

5 コマ収差が補正でき、情報の記録再生を良好に行うことができる。

このように、本実施の形態によれば、記録再生を行っていない他の波長の光を利用するので、簡単な構成でチルト検出が行え、新たにチルトセンサを付ける必要がなく、コストが削減できる。また、記録再生しているスポットの直近の位置でチルト検出を行っているので、精度の高い

10 チルト検出精度が得られる。

なお、本実施の形態では、基材厚 0.1 mm の光ディスク 12 のチルトを、CD 14 用の光で検出する例を説明したが、これに限らず、DVD 13 のチルトを CD 14 用の光で検出しても良い。この場合であっても、記録再生を行っていない波長の光を利用してチルト検出を行うので

15 同様の効果が得られる。

(実施の形態 14)

図 52 に、光情報記録再生装置としての光ディスクドライブ 89 の全体の構成例を示す。光ディスク 61 は、ターンテーブル 63 とクランパー 64 とで挟んで固定され、移動手段であるモーター（回転系）65 に

20 よって回転させられる。

前記実施の形態 4 ～ 13 の何れかに記載した光ヘッド 62 は、移動手段であるトラバース（移送系）66 上に乗っており、照射する光が光ディスク 61 の内周から外周まで移動できるようにしている。制御回路 68 は、光ヘッド 62 から受けた信号を基にフォーカス制御、トラッキング

25 グ制御、トラバース制御、及びモーターの回転制御等を行う。また再生信号から情報の再生や、記録信号の光ヘッド 62 への送出を行う。

(実施の形態 1 5)

実施の形態 1 5 は、前記実施の形態 1 ～ 1 4 に示した光ヘッドをコンピュータに用いた実施の形態である。図 5 3 は、本実施の形態に係るコンピュータ（パソコン）の斜視図を示している。図 5 3 において、コンピュータ 1 0 0 は、光ディスクドライブ（光情報記録再生装置） 1 0 1 と、情報の入力を行うためのキーボード 1 0 3 と、情報の表示を行うためのモニター 1 0 2 とを備えている。光ディスクドライブ 1 0 1 は、前記実施の形態 1 ～ 1 4 のいずれかに記載した光ヘッドを備えている。

コンピュータ 1 0 0 は、実施の形態 1 ～ 1 4 のいずれかに記載した光ヘッドを含む光ディスクドライブ 1 0 1 を外部記憶装置として備えているので、異なる種類の光ディスクに情報を安定して記録再生でき、広い用途に使用することができる。

また、光ディスクの大容量性を生かして、コンピュータ内のハードディスクのバックアップをとることができる。また、メディア（光ディスク）が安価で携帯が容易であること、他の光ディスクドライブでも情報が読み出せるという互換性があることを生かして、プログラムやデータを別の人のものと交換したり、自分用に持ち歩いたりすることができる。また、DVDやCD等の既存メディアの再生記録にも対応できる。

(実施の形態 1 6)

実施の形態 1 6 は、前記実施の形態 1 ～ 1 4 に示した光ヘッドを、光ディスクレコーダ（映像記録装置）に用いた実施の形態である。図 5 4 は、本実施の形態に係る光ディスクレコーダの斜視図を示している。光ディスクレコーダ 1 1 0 は、これに記録している映像の表示を行うためのモニター 1 1 1 と接続されて使用される。

光ディスクレコーダ 1 1 0 は、前記実施の形態 1 ～ 1 4 のいずれかに記載した光ヘッドを含む光ディスクドライブを備えているので、異なる



種類の光ディスクに映像を安定して記録再生でき、広い用途に使用することができる。

また、光ディスクレコーダ 1 1 0 は、メディアに映像を記録し、好きな時にそれを再生することができる。光ディスクではテープのように記録後や再生後に巻き戻しの作業が必要なく、ある番組を記録しながらその番組の先頭部分を再生する追っかけ再生や、ある番組を記録しながら以前に記録した番組を再生する同時記録再生が可能となる。

さらに、メディアが安価で携帯が容易であること、他の光ディスクレコーダーでも情報が読み出せるという互換性があることを生かして、記録した映像を別の人のものと交換したり、自分用に持ち歩いたりすることができる。また、DVDやCD等の既存メディアの記録再生にも対応できる。

尚、ここでは光ディスクドライブだけを備える場合について述べたが、ハードディスクを内蔵していてもよく、ビデオテープの録画再生機能を内蔵していてもよい。このようにすれば、映像の一時退避やバックアップが容易になる。

#### (実施の形態 1 7)

実施の形態 1 7 は、前記実施の形態 1 ～ 1 4 に示した光ヘッドを、光ディスクプレーヤー（映像再生装置）に用いた実施の形態である。図 5 5 は、本実施の形態に係る光ディスクプレーヤーの斜視図を示している。光ディスクプレーヤー 1 2 1 は、液晶モニター 1 2 0 を備えており、光ディスクに記録された映像を液晶モニター 1 2 0 に表示することができる。

光ディスクプレーヤー 1 2 1 は、実施の形態 1 ～ 1 4 のいずれかに記載した光ヘッドを含む光ディスクドライブを内蔵しているので、異なる種類の光ディスクに映像を安定して再生でき、広い用途に使用すること

ができる。

また、光ディスクプレーヤーはメディアに記録された映像を、好きな時に再生することができる。光ディスクではテープのように再生後に巻き戻しの作業が必要なく、ある映像の任意の場所にアクセスして再生する  
5 ことができる。また、DVDやCD等の既存メディアの再生にも対応できる。

（実施の形態18）

実施の形態18は、前記実施の形態1～14に示した光ヘッドを、サーバーに用いた実施の形態である。図56は、本実施の形態に係るサーバーの斜視図を示している。  
10

サーバー130は、光ディスクドライブ131と、情報の表示を行うためのモニター133と、情報の入力を行うためのキーボード134とを備えており、ネットワーク135と接続されている。

サーバー130は、前記実施の形態1～14のいずれかに記載した光ヘッドを含む光ディスクドライブを内蔵しているので、異なる種類の光  
15 ディスクに映像を安定して再生でき、広い用途に使用することができる。

また、光ディスクの大容量性を生かして、ネットワーク135からの要求に応じ、光ディスクに記録されている情報（画像、音声、映像、HTML文書、テキスト文書等）を送出する。また、ネットワークから送  
20 られてくる情報をその要求された場所に記録する。また、DVDディスクやCDディスク等の既存メディアに記録された情報も再生が可能であるので、それらの情報を送出手続きも可能となる。

（実施の形態19）

実施の形態19は、前記実施の形態1～14に示した光ヘッドを、カーナビゲーションシステムに用いた実施の形態である。図57は、本実施の形態に係るカーナビゲーションシステムの斜視図を示している。カ  
25

カーナビゲーションシステム 140 は、光ディスクドライブを内蔵しており、地形や行き先情報の表示を行うための液晶モニター 141 と接続されて使用される。

5      カーナビゲーションシステム 140 は、前記実施の形態 1 ～ 14 のいずれかに記載した光ヘッドを含む光ディスクドライブを内蔵しているので、異なる種類の光ディスクに映像を安定して再生でき、広い用途に使用することができる。

10      また、カーナビゲーションシステム 140 は、メディアに記録された地図情報と、地上位置確定システム（GPS）や、ジャイロスコープ、速度計、走行距離計等の情報を元に、現在位置を割り出し、その位置を、液晶モニター上に表示する。

また行き先を入力すると、地図情報や道路情報をもとに行き先までの最適な経路を割り出し、それを液晶モニターに表示する。

15      地図情報を記録するために大容量の光ディスクを用いることで、一枚のディスクで広い地域をカバーして細かい道路情報を提供することができる。また、その道路近辺に付随する、レストランやコンビニエンスストア、ガソリンスタンドなどの情報も同時に光ディスクに格納して提供することができる。

20      さらに、道路情報は時間を経ると古くなり、現実と合わなくなるが、光ディスクは互換性がありメディアが安価であるため、新しい道路情報を収めたディスクと交換することで最新の情報を得ることができる。

またDVDディスクやCDディスク等の既存メディアの記録再生にも対応するため、自動車の中で映画を見たり音楽を聴いたりすることも可能である。

25

産業上の利用可能性

以上のように本発明によれば、基材厚の薄い高密度光ディスクとDVDやCDなど基材厚の異なる光ディスクに情報を安定して記録再生できるので、コンピュータ、映像記録装置、映像再生装置、サーバー、及びカーナビゲーションシステムに有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. 基材に溝が形成された光学素子であって、  
波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝  
5 の深さを  $d$  (nm) とすると、  
$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$
  
の関係を満足し、  
前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  との 2 段に形成されていることを特徴  
とする光学素子。
- 10 2. 基材に溝が形成された光学素子であって、  
波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝  
の深さを  $d$  (nm) とすると、  
$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$
  
の関係を満足し、  
15 前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  と、深さ  $4d$  との 4 段に  
形成されていることを特徴とする光学素子。  
3. 前記の溝の深さは、深さ  $2d$ 、深さ  $4d$ 、深さ  $d$ 、深さ  $3d$  の順、  
又は深さ  $3d$ 、深さ  $d$ 、深さ  $4d$ 、深さ  $2d$  の順並んでいる請求項 2 に  
記載の光ヘッド。
- 20 4. 前記溝は、同心円状に形成されている請求項 1 又は 2 に記載の光学  
素子。  
5. 前記溝は、溝が形成されていない部分を介して隣接しており、前記  
溝における各段の幅、及び前記溝が形成されていない部分の幅は、略同  
一である請求項 1 又は 2 に記載の光学素子。
- 25 6. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれ  
かをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源、及び前記第 2 の光源から出射された光を集光する集光手段と、

- 5 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

- 10 前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は、前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

前記光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  ( $\text{nm}$ ) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

- 15 の関係を満足し、前記溝は、深さ  $d$  の溝と、深さ  $2d$  の溝との 2 段に形成されており、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする光ヘッド。

- 20 7. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源、及び前記第 2 の光源から出射された光を集光する集光手段と、

- 25 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は、前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

- 5 前記光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  ( $\text{nm}$ ) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

の関係を満足し、

- 10 前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  と、深さ  $4d$  との 4 段に形成されており、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする光ヘッド。

8. 前記溝の深さは、深さ  $2d$ 、深さ  $4d$ 、深さ  $d$ 、深さ  $3d$  の順、又は深さ  $3d$ 、深さ  $d$ 、深さ  $4d$ 、深さ  $2d$  の順に並んでいる請求項 7 に記載の光ヘッド。
- 15

9. 前記第 2 の波長は、前記第 1 の波長の  $1.5$  から  $1.8$  倍の長さである請求項 6 又は 7 に記載の光ヘッド。

10. 前記光学素子の溝は、前記集光手段に近い側の面に形成されている請求項 6 又は 7 に記載の光ヘッド。
- 20

11. 前記光学素子で回折された第 2 の波長の光は、入射した光に比べ発散する方向の光が、収束する方向の光より強い請求項 6 又は 7 に記載の光ヘッド。

12. 前記光学素子は、前記光学素子で回折された第 2 の波長の光が第 2 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正する請求項 6 又は 7 に記載の光ヘッド。
- 25

1 3. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

5 第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

10 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを備え、

15 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

前記第 1 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

20 の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  との 2 段に形成されており、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする光ヘッド。

25 1 4. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれか



をする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれか  
をする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を  
5 集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の  
波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光  
を検出する光検出手段とを備え、

10 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光  
は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録  
媒体上に照射され、

前記第 1 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝  
15 の深さを  $d$  (nm) とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満たし、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  と、深さ  $4d$  との 4 段に  
形成されており、

20 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光  
を前記光検出手段で検出することを特徴とする光ヘッド。

15. 前記溝は、深さ  $2d$ 、深さ  $4d$ 、深さ  $d$ 、深さ  $3d$  の順、又は深  
さ  $3d$ 、深さ  $d$ 、深さ  $4d$ 、深さ  $2d$  の順並んでいる請求項 14 に記載  
の光ヘッド。

25 16. 前記第 2 の波長は、前記第 1 の波長の 1.5 から 1.8 倍の長さ  
であり、前記第 3 の波長は、前記第 1 の波長の 1.8 から 2.2 倍の長

さである請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ヘッド。

1 7. 前記第 1 の光学素子の中心付近の略円形の領域を第 1 の領域とし、前記第 1 の領域を囲む略環状の領域を第 2 の領域とし、前記第 2 の領域の外側の領域を第 3 の領域とすると、

5 前記第 1 の波長の光は、前記第 1、第 2、及び第 3 の領域を通り、前記第 2 の波長の光は、前記第 1、及び第 2 の 2 つの領域を通り、前記第 3 の波長の光は、前記第 1 の領域を通る請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ヘッド。

1 8. 前記第 1 の光学素子で回折された前記第 2 の波長、及び前記第 3  
10 の波長の光は、入射した光に比べ発散する方向の光が、収束する方向の光より強い請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ヘッド。

1 9. 前記第 1 の光学素子で回折された第 2 の波長の光が第 2 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正し、

前記第 1 の光学素子で回折された第 3 の波長の光が第 3 の情報記録媒  
15 体の情報面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正し、

前記第 1 の波長の光の位相には変化を与えない位相補正手段を、前記光源から前記情報記録媒体までの光路に備えた請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ヘッド。

2 0. 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波  
20 長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射される請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ヘッド。

2 1. 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波  
25 長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光

は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、

前記第 2 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝  
5 の深さを  $d$  (nm) とすると、

$$760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$$

の関係を満足し、

前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  との 2 段に形成されている請求項 13  
又は 14 に記載の光ヘッド。

10 22. 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、

15 前記第 2 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

$$760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$$

の関係を満足し、

20 前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  との 3 段に形成されている請求項 13 又は 14 に記載の光ヘッド。

23. 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光  
25 は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、

前記第 1 の光学素子、及び前記第 2 の光学素子は、一枚の基材の表と裏に形成されている請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ヘッド。

2 4. 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

- 5 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、

- 前記第 1 の光学素子、及び前記第 2 の光学素子は、一枚の基材の表と裏に形成されており、前記一枚の基材の両面のうち、前記第 2 の光学素子が形成されている面が、前記集光手段に近い請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ヘッド。
- 10

2 5. 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、

- 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射され、
- 15

- 前記第 1 及び第 2 の光学素子は、前記第 1 及び第 2 の光学素子で回折された前記第 2 の波長の光が第 2 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を 7 0 m  $\lambda$  以下に補正し、前記第 1 の光学素子で回折された第 3 の波長の光が第 3 の情報記録媒体の情報面に集光する際の収差を 7 0 m  $\lambda$  以下に補正する請求項 1 3 又は 1 4 に記載の光ヘッド。
- 20

2 6. 前記第 1 の波長の光を前記第 1 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 1 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記第 1 の情報記録媒体側の先端との距離を WD 1 とし、

- 25 前記第 2 の波長の光を前記第 2 の情報記録媒体に照射する際において、前記第 2 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記

第 2 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD 2$  とし、

前記第 3 の波長の光を前記第 3 の情報記録媒体に照射する際において、  
前記第 3 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記  
第 3 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD 3$  とすると、

- 5       $WD 1$ 、 $WD 2$ 、及び  $WD 3$  のうち、最大の値と最小の値との差が、  
前記集光手段の径方向の最大値より小さい請求項 13 又は 14 に記載の  
光ヘッド。

27. 前記第 1 の波長の光を前記第 1 の情報記録媒体に照射する際にお  
いて、前記第 1 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段  
10      の前記第 1 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD 1$  とし、

前記第 2 の波長の光を前記第 2 の情報記録媒体に照射する際において、  
前記第 2 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記  
第 2 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD 2$  とし、

- 前記第 3 の波長の光を前記第 3 の情報記録媒体に照射する際において、  
15      前記第 3 の情報記録媒体の前記集光手段側の面と、前記集光手段の前記  
第 3 の情報記録媒体側の先端との距離を  $WD 3$  とすると、

$WD 1$ 、 $WD 2$ 、及び  $WD 3$  がほぼ等しい請求項 13 又は 14 に記載  
の光ヘッド。

28. 前記光検出手段から出力された複数の信号を並列に受けてこれを  
20      時系列信号に変換する変換手段をさらに備えた請求項 6、7、13、又  
は 14 に記載の光ヘッド。

29. 前記光検出手段から出力された複数の信号を並列に受けてこれを  
時系列信号変換する変換手段をさらに備え、前記時系列信号は電気信号  
である請求項 6、7、13、又は 14 に記載の光ヘッド。

- 25      30. 前記光検出手段から出力された複数の信号を並列に受けてこれを  
時系列信号に変換する第 1 の変換手段と、前記第 1 の変換手段から出力

される電気信号を受けてこれを光信号に変換する第２の変換手段とをさらに備えた請求項６、７、１３、又は１４に記載の光ヘッド。

３１．第１の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第１の波長の光を発する第１の光源と、

５ 第２の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第２の波長の光を発する第２の光源と、

前記第１の光源、及び前記第２の光源から出射された光を集光する集光手段と、

前記第１の波長の光は透過し、前記第２の波長の光は回折する光学素子と、  
10

前記第１の波長の光、及び前記第２の波長の光を検出する光検出手段とを含む光ヘッドとを備え、

さらに、前記情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる移動手段を備え、

15 前記第１の波長の光、及び前記第２の波長の光は、前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

前記光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長４００nmにおける前記基材の屈折率を $n$ 、１段当たりの前記溝の深さを $d$ （nm）とすると、

20  $380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$

の関係を満足し、前記溝は、深さ $d$ の溝と、深さ $2d$ の溝との２段の溝であり、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする光情報記録再生装置。

25 ３２．第１の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第１の波長の光を発する第１の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源、及び前記第 2 の光源から出射された光を集光する集光手段と、

- 5 前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する光検出手段とを含む光ヘッドを備え、

- さらに、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる  
10 移動手段とを備え、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は、前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

- 前記光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、波長 4 0  
0 n m における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$   
15 ( $n m$ ) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

の関係を満たし、

前記溝は、深さ  $d$ 、深さ  $2d$ 、深さ  $3d$ 、深さ  $4d$  との 4 段に形成されており、

- 20 前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする光情報記録再生装置。

3 3. 前記溝は、深さ  $2d$ 、深さ  $4d$ 、深さ  $d$ 、深さ  $3d$  の順、又は深さ  $3d$ 、深さ  $d$ 、深さ  $4d$ 、深さ  $2d$  の順並んでいる請求項 3 2 に記載の光情報記録再生装置。

- 25 3 4. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第2の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第2の波長の光を発する第2の光源と、

第3の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第3の波長の光を発する第3の光源と、

- 5 前記第1の光源、第2の光源、及び第3の光源とから出射された光を集光する集光手段と、

前記第1の波長の光は透過し、前記第2の波長の光、及び前記第3の波長の光は回折する第1の光学素子と、

- 10 前記第1の波長の光、前記第2の波長の光、及び前記第3の波長の光を検出する光検出手段とを含む光ヘッドを備え、

さらに、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる移動手段を備えており、

- 15 前記第1の波長の光、前記第2の波長の光、及び前記第3の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

前記第1の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長400nmにおける前記基材の屈折率を $n$ 、1段当たりの前記溝の深さを $d$  (nm) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

- 20 の関係を満足し、

前記溝は、深さ $d$ と、深さ $2d$ との2段に形成されており、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする光情報記録再生装置。

- 25 35. 第1の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第1の波長の光を発する第1の光源と、

第2の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれか



をする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の光源、第 2 の光源、及び第 3 の光源とから出射された光を  
5 集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光は透過し、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は回折する第 1 の光学素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する光検出手段とを含む光ヘッドを備え、

10 さらに、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる移動手段を備えており、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は前記光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記各情報記録媒体上に照射され、

15 前記第 1 の光学素子は、基材に溝が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記溝の深さを  $d$  (nm) とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足し、

20 前記溝は、深さ  $d$  と、深さ  $2d$  と、深さ  $3d$  と、深さ  $4d$  との 4 段に形成されており、

前記各情報記録媒体で反射及び回折の少なくともいずれかがされた光を前記光検出手段で検出することを特徴とする光情報記録再生装置。

36. 前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の光は透過し、前記第 2 の波長の光は回折する第 2 の光学素子をさらに備えており、  
25

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光

は、前記 2 つの光学素子を通った後、前記集光手段で集光されて前記情報記録媒体上に照射される請求項 3 4 又は 3 5 に記載の光情報記録再生装置。

3 7. 基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

- 5 波長 4 0 0 n m における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d$  (n m) とすると、

$$760\text{ n m} \leq (n - 1) \times d \leq 840\text{ n m}$$

の関係を満足し、

前記段差の高さは、 $d$  の整数倍であることを特徴とする光学素子。

- 10 3 8. 前記段差は、同心円状に形成されている請求項 3 7 に記載の光学素子。

3 9. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする 3 8 0 n m ~ 4 2 0 n m の範囲の第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

- 15 第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

- 20 前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

- 25 波長 4 0 0 n m における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d$  (n m) とすると、

$$760\text{ nm} \leq (n-1) \times d \leq 840\text{ nm}$$

の関係を満足することを特徴とする光ヘッド。

40. 第1の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする380 nm～420 nmの範囲の第1の波長の光を発する第

5 1の光源と、

第2の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第2の波長の光を発する第2の光源と、

前記第1の波長の光は透過させ、前記第2の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

10 前記第1の波長の光、及び前記第2の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第1の波長の光、及び前記第2の波長の光を検出する検出手段とを備え、

15 前記第2の光源の位置は、前記光学素子が無いときの前記第2の情報記録媒体の情報記録面における収差が最小となる位置よりも前記集光手段に近い側に設定し、

前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

20 波長400 nmにおける前記基材の屈折率をn、1段当たりの前記段差の高さをd (nm) とすると、

$$380\text{ nm} \leq (n-1) \times d \leq 420\text{ nm}$$

の関係を満足することを特徴とする光ヘッド。

41. 第1の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする380 nm～420 nmの範囲の第1の波長の光を発する第

25 1の光源と、

第2の情報記録媒体に情報に対し情報の記録及び再生の少なくともい

ずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

前記第 1 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を前記情報記録媒体に  
5 集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

前記第 2 の光源の位置は、前記光学素子が無いときの前記第 2 の情報記録媒体の情報記録面における収差が最小となる位置と、前記集光手段  
10 に入射する第 2 の波長の光が平行光となる位置との略中間の位置に対して前記集光手段から遠い側に設定し、

前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

波長 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段  
15 差の高さを  $d$  (nm) とすると、

$$380 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420 \text{ nm}$$

の関係を満足することを特徴とする光ヘッド。

42. 前記集光手段を傾けるチルト駆動手段をさらに備えた請求項 39、40、又は 41 に記載の光ヘッド。

20 43. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする 380 nm ~ 420 nm の範囲の第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

25 前記第 1 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

- 5 前記集光手段に入射する第 2 の波長の光は平行光であり、

前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

波長  $400\text{ nm}$  における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

- 10  $380\text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 420\text{ nm}$

の関係を満足することを特徴とする光ヘッド。

44. 前記光学素子は、第 2 の波長の光が第 2 の情報記録媒体の情報記録面に集光する際の収差を  $70\text{ m}\lambda$  以下に補正する請求項 39、40、41、又は 43 に記載の光ヘッド。

- 15 45. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする  $380\text{ nm} \sim 420\text{ nm}$  の範囲の第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

- 20 第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

- 25 前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光

を検出する検出手段とを備え、

前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

前記光学素子の波長  $400\text{ nm}$  での屈折率を  $n_1$ 、前記第 3 の波長を  
5  $\lambda_3\text{ (nm)}$ 、前記光学素子の波長  $\lambda_3$  での屈折率を  $n_3$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d\text{ (nm)}$  とすると、

$$760\text{ nm} \leq (n_1 - 1) \times d \leq 840\text{ nm}$$

$$-10\text{ nm} \leq \lambda_1 / (n_1 - 1) - \lambda_3 / (n_3 - 1) / 2 \leq 10\text{ nm}$$

の関係を満足することを特徴とする光ヘッド。

10 46. 第 1 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする  $380\text{ nm} \sim 420\text{ nm}$  の第 1 の波長の光を発する第 1 の光源と、

第 2 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 2 の波長の光を発する第 2 の光源と、

15 第 3 の情報記録媒体に対し情報の記録及び再生の少なくともいずれかをする第 3 の波長の光を発する第 3 の光源と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光は透過させ、前記第 2 の波長の光の位相を変化させる光学素子と、

前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光は透過させ、前記第 3  
20 の波長の光は回折させる液晶素子と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を前記情報記録媒体に集光する集光手段と、

前記第 1 の波長の光、前記第 2 の波長の光、及び前記第 3 の波長の光を検出する検出手段とを備え、

25 前記光学素子は、基材の平面から突出した段差が形成された光学素子であって、

前記 400 nm における前記基材の屈折率を  $n$ 、1 段当たりの前記段差の高さを  $d$  (nm) とすると、

$$760 \text{ nm} \leq (n - 1) \times d \leq 840 \text{ nm}$$

の関係を満足し、

- 5 前記液晶素子は、レリーフ状ホログラムパターンを有する基板と、前記レリーフ状ホログラムパターン上に形成される第 1 の透明電極と、液晶を挟んで前記第 1 の透明電極と対向配置される第 2 の透明電極とを備え、前記第 1 の透明電極と前記第 2 の透明電極に印加する電圧を制御して前記第 1 の波長の光、及び前記第 2 の波長の光を透過させ、前記第 3
- 10 の波長の光を回折させることを特徴とする光ヘッド。

47. 請求項 39、40、41、43、45、又は 46 に記載の光ヘッドと、前記各情報記録媒体と前記光ヘッドとを相対的に移動させる移動手段とを備えた光情報記録再生装置。

48. 請求項 6、7、13、14、39、40、41、43、45、又は 46 に記載の光ヘッドを含む光情報記録再生装置を外部記憶装置として備えたコンピュータ。
- 15

49. 請求項 6、7、13、14、39、40、41、43、45、又は 46 に記載の光ヘッドを含む光情報記録再生装置を備え、情報記録媒体に対し映像の記録及び再生のうち少なくとも映像の記録をする映像記録装置。
- 20

50. 請求項 6、7、13、14、39、40、41、43、45、又は 46 に記載の光ヘッドを含む光情報記録再生装置を備え、情報記録媒体から映像を再生する再生専用の映像再生装置。

51. 請求項 6、7、13、14、39、40、41、43、45、又は 46 に記載の光ヘッドを含む光情報記録再生装置を外部記憶装置として備えたサーバー。
- 25

52. 請求項6、7、13、14、39、40、41、43、45、又は46に記載の光ヘッドを含む光情報記録再生装置を外部記憶装置として備えたカーナビゲーションシステム。



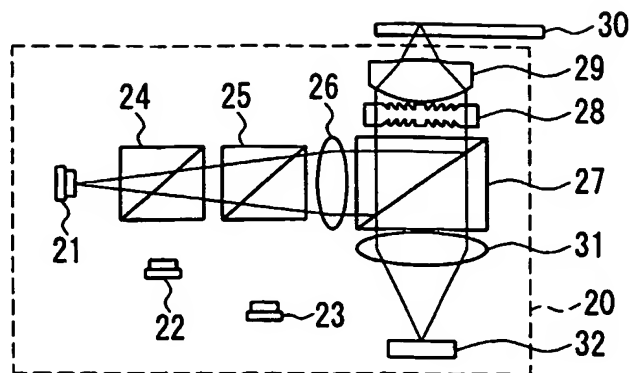


FIG. 1A

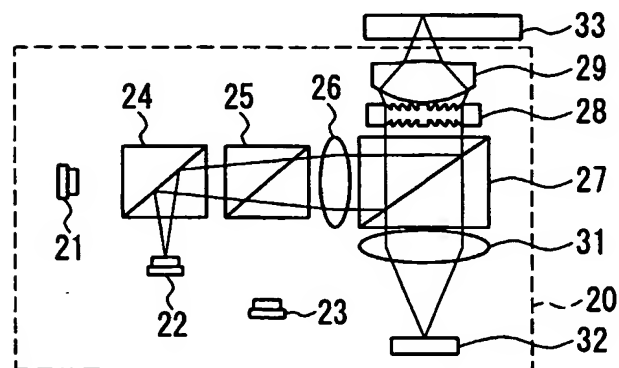


FIG. 1B

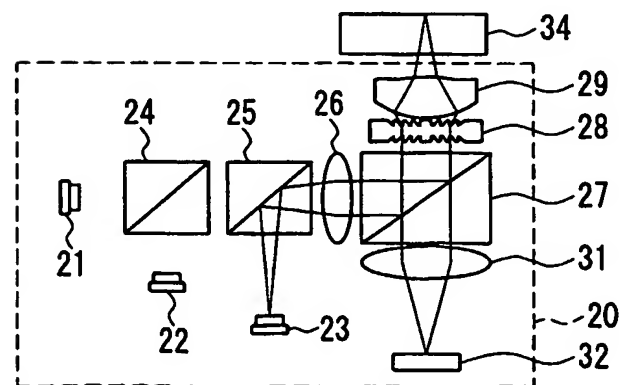


FIG. 1C

FIG. 2A

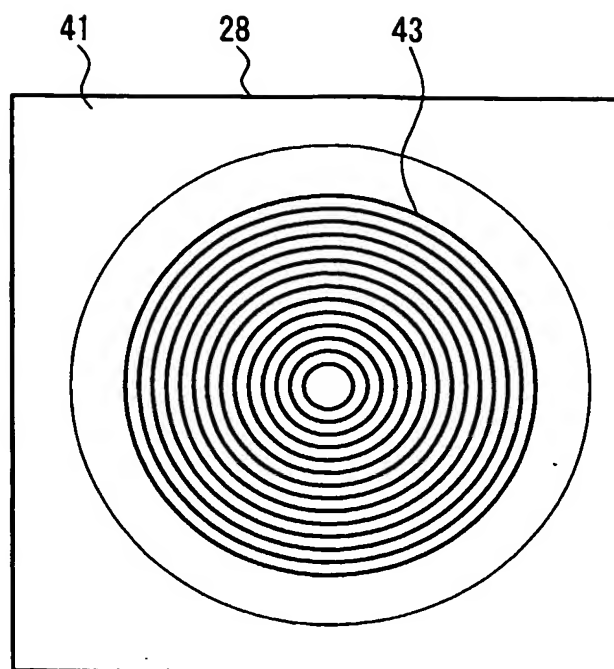
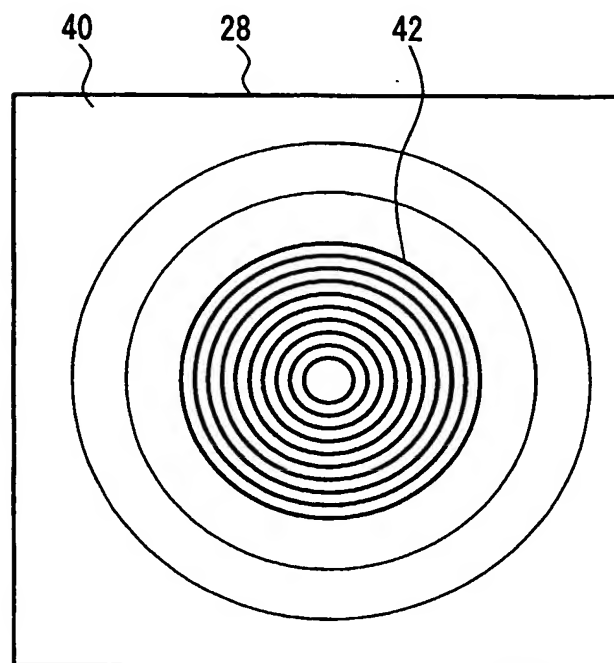


FIG. 2B



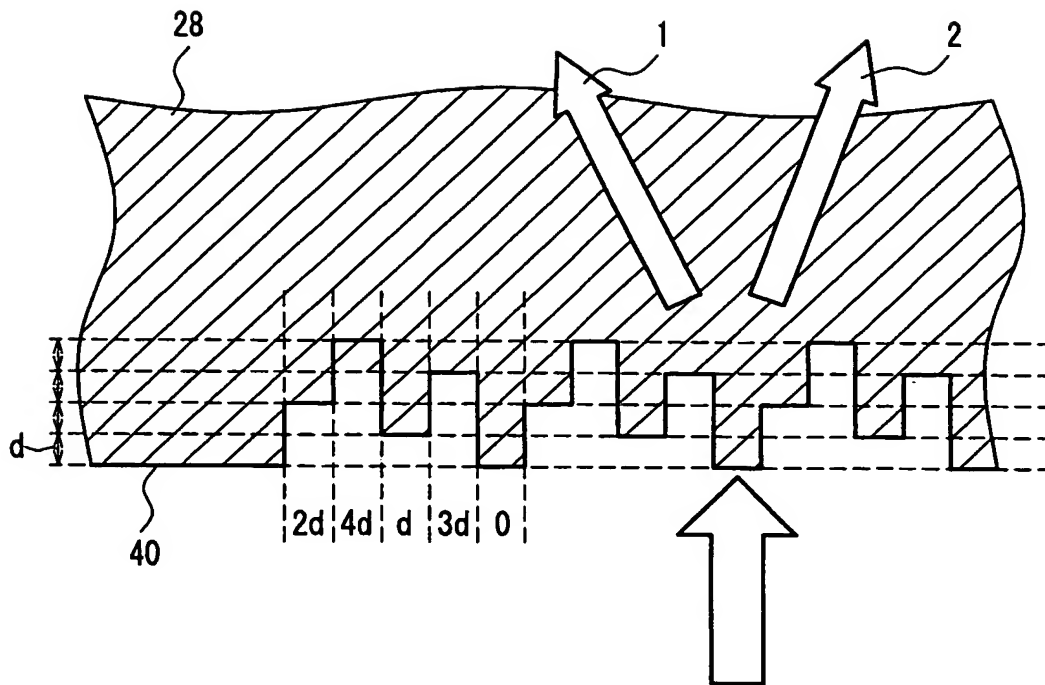


FIG. 3

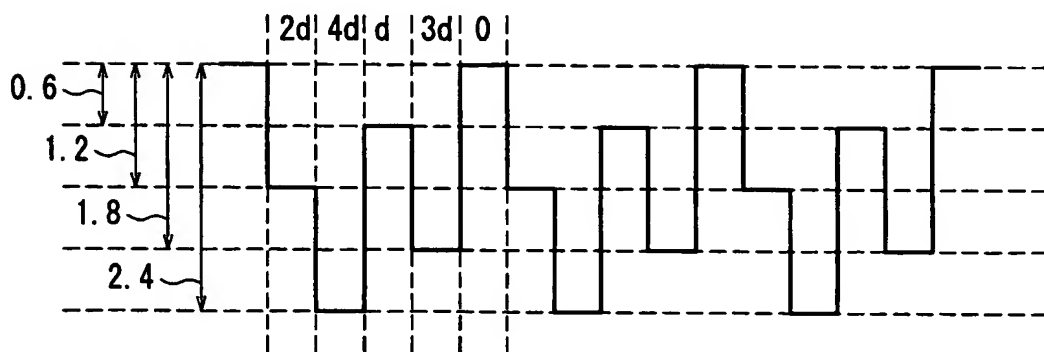


FIG. 4A

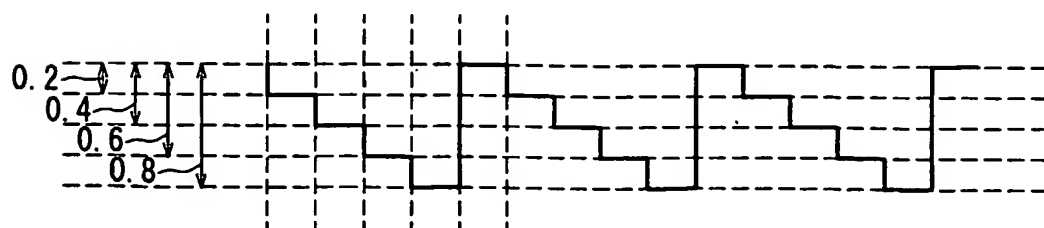


FIG. 4B

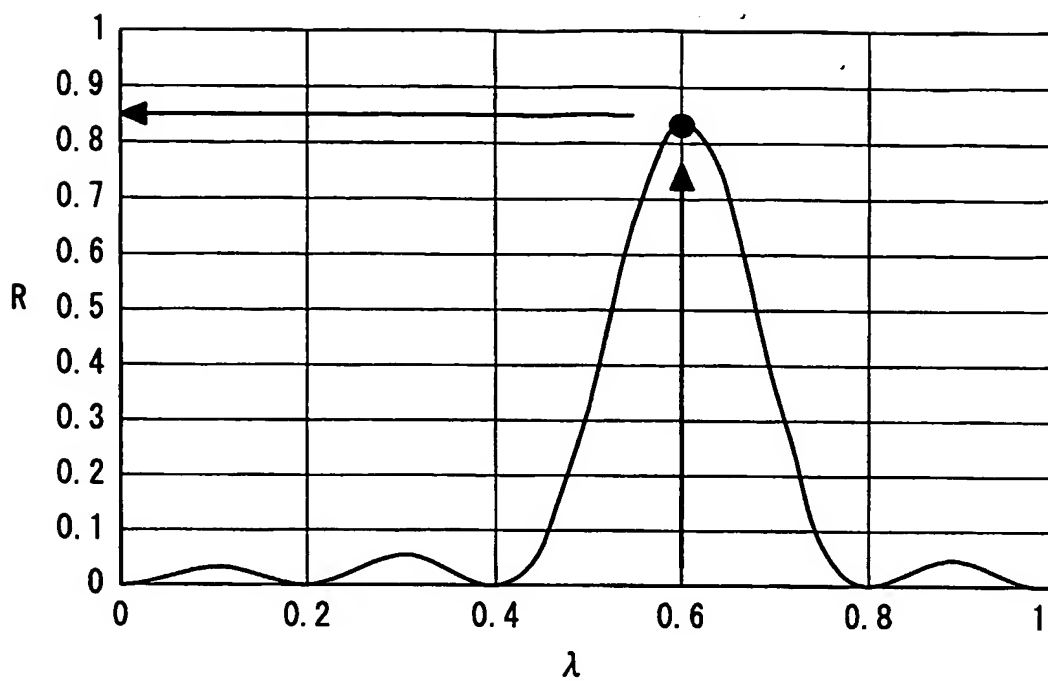


FIG. 5

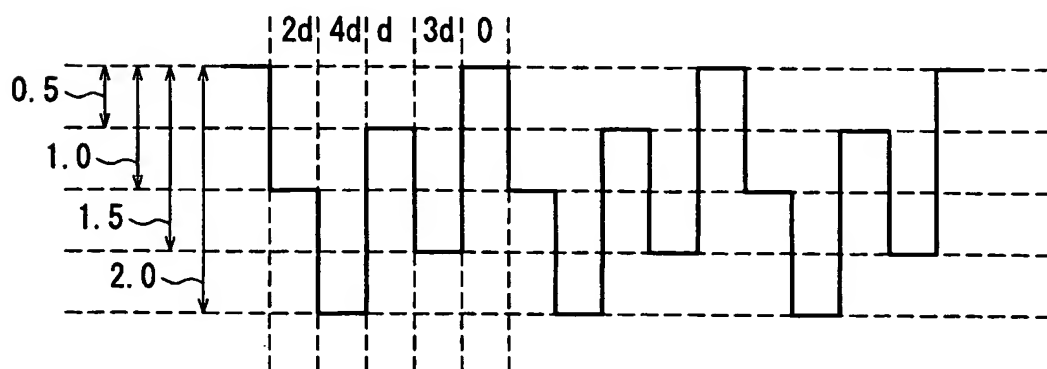


FIG. 6A

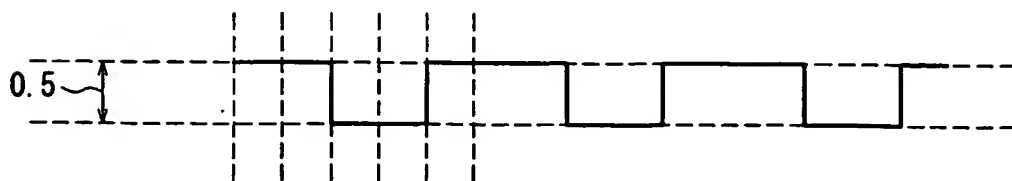


FIG. 6B

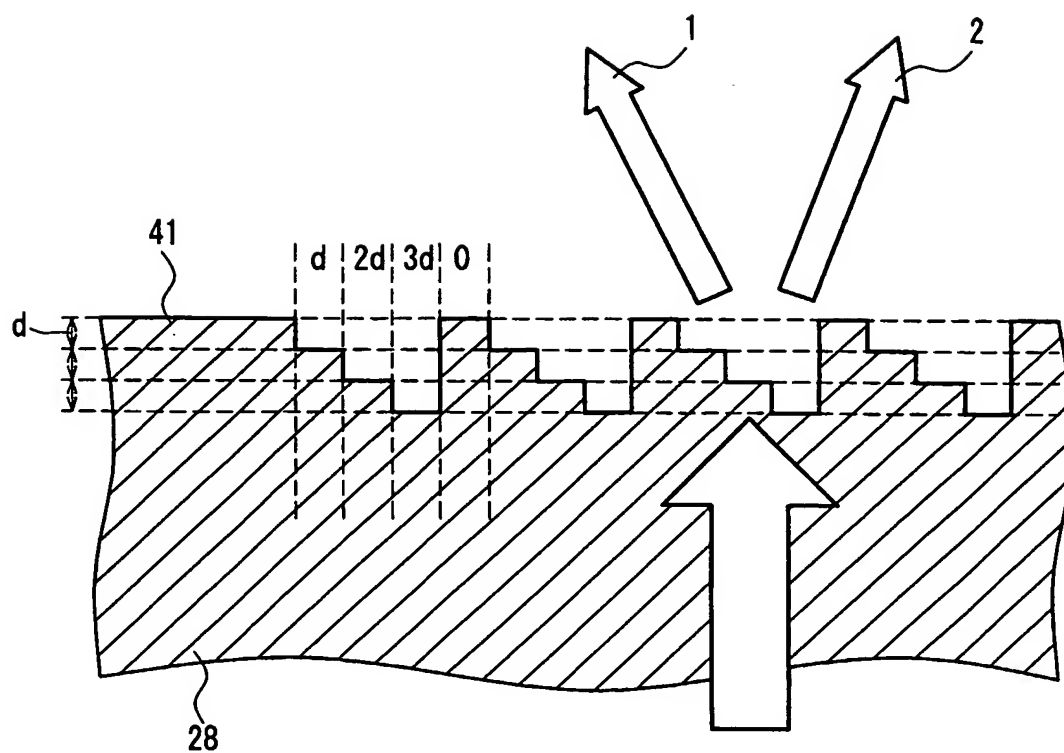


FIG. 7

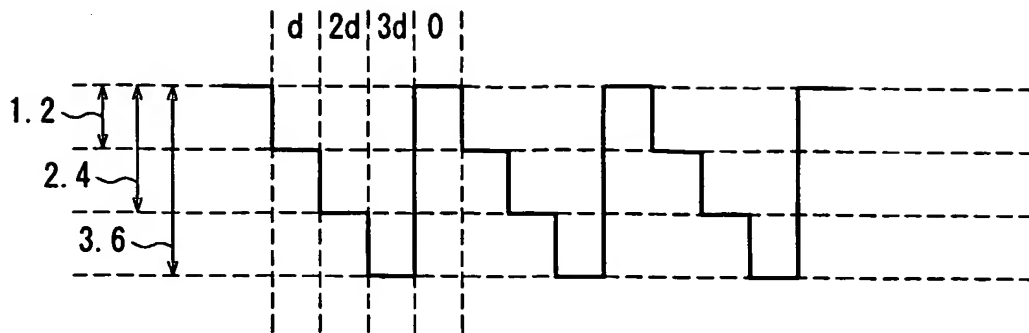


FIG. 8A

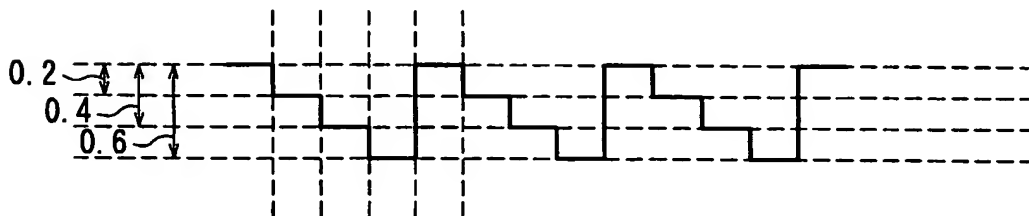


FIG. 8B

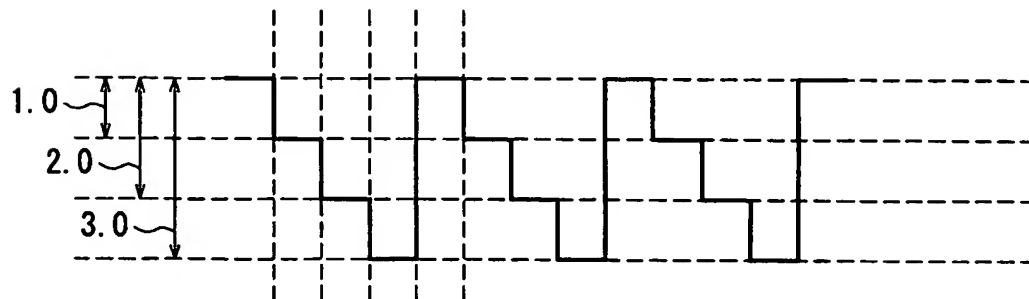


FIG. 8C



FIG. 8D

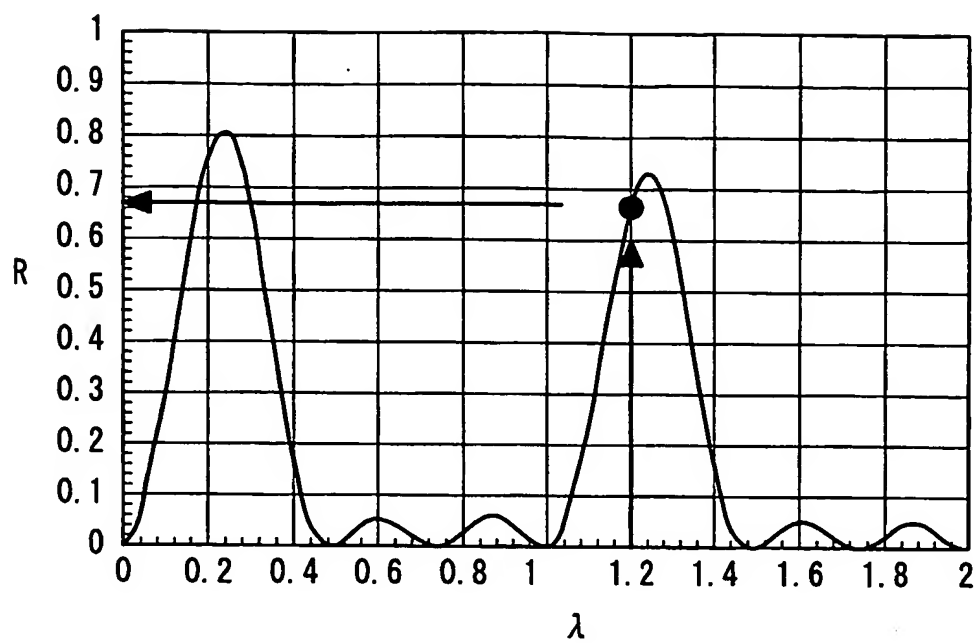


FIG. 9A

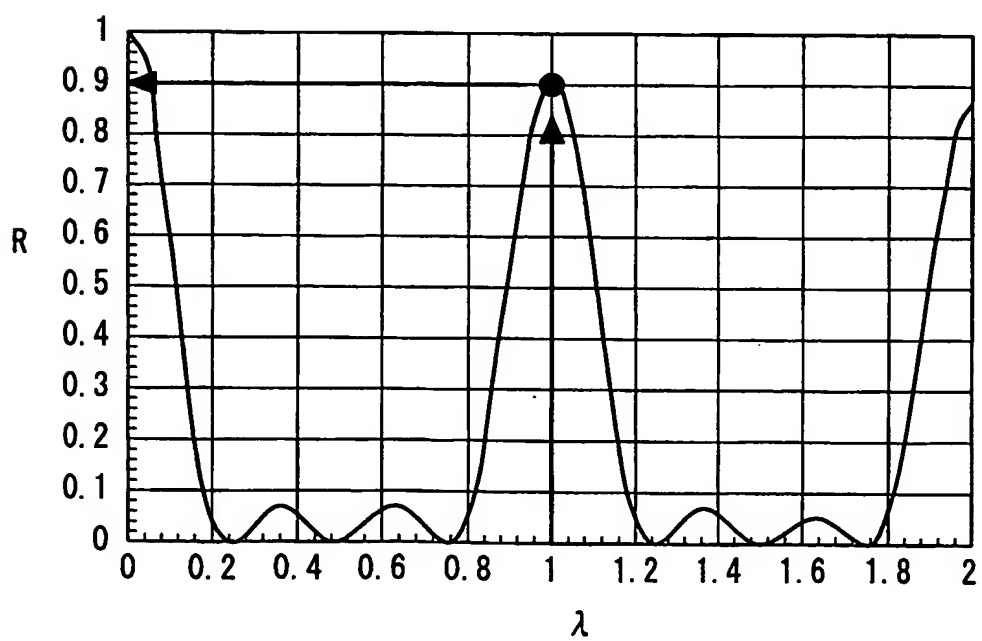


FIG. 9B

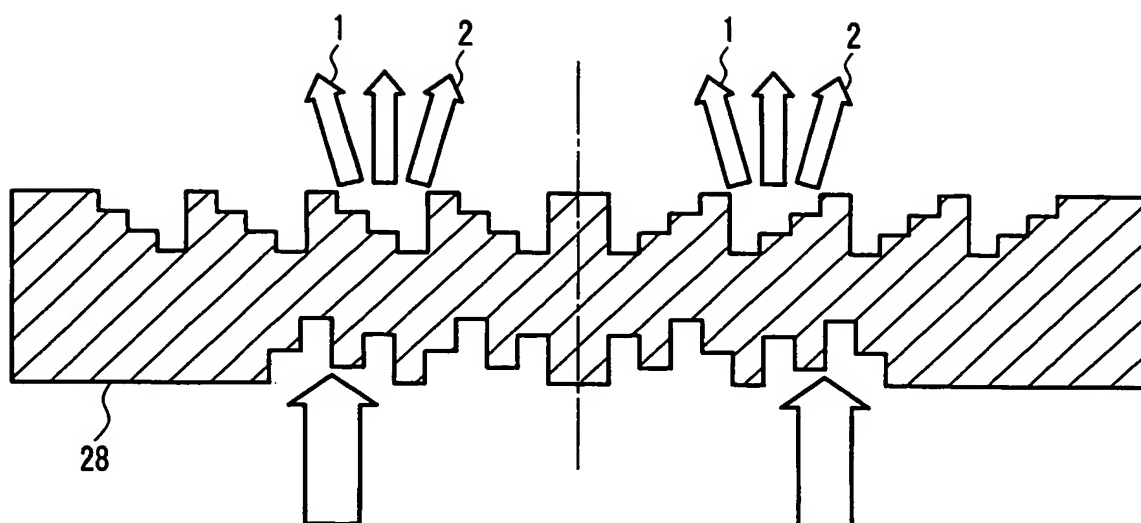


FIG. 10

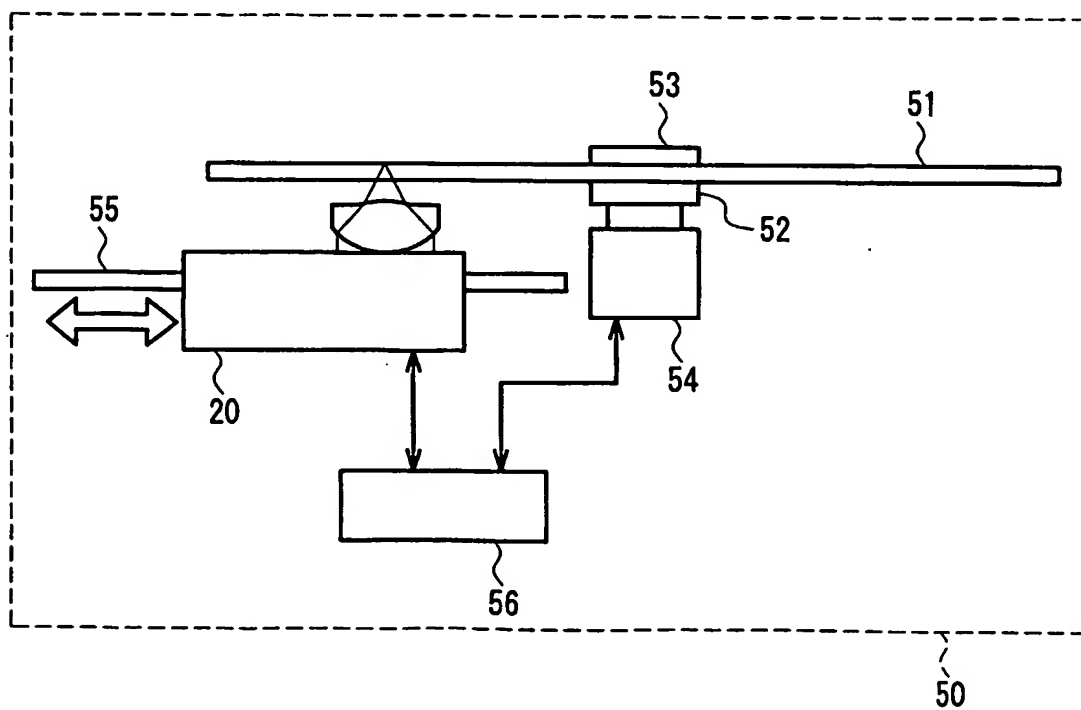


FIG. 11



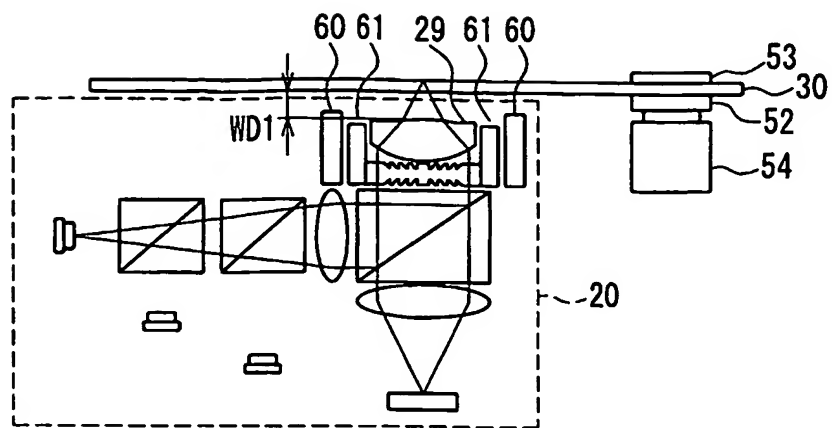


FIG. 12A

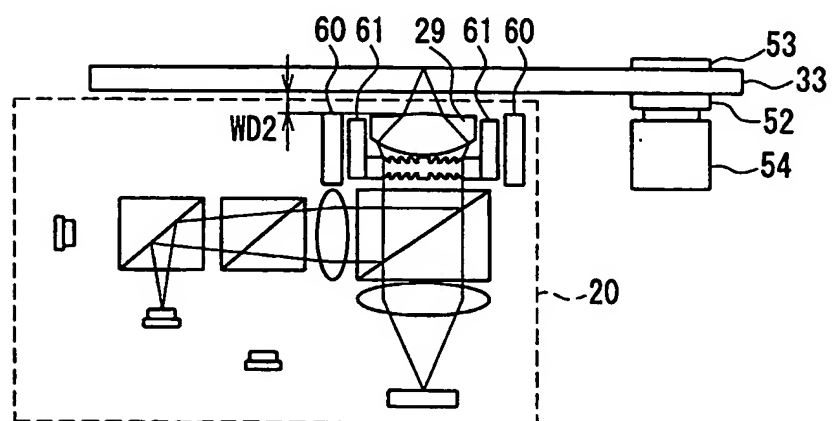


FIG. 12B

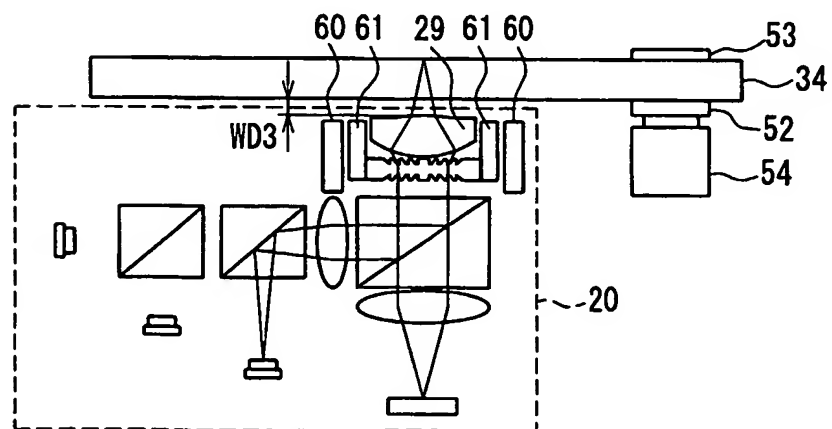


FIG. 12C

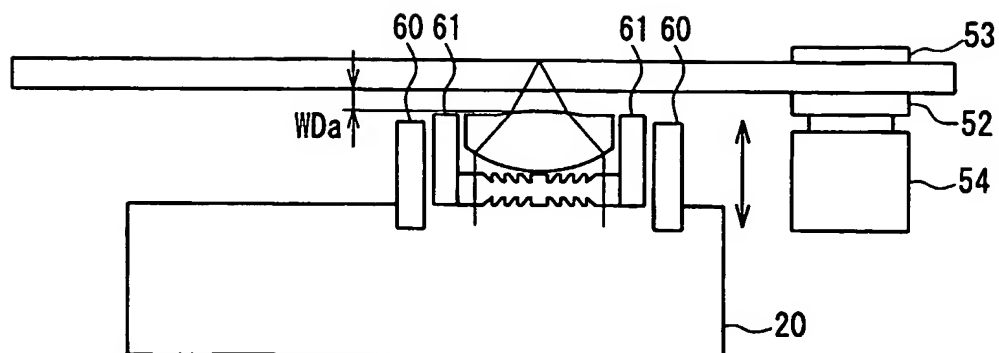


FIG. 13A

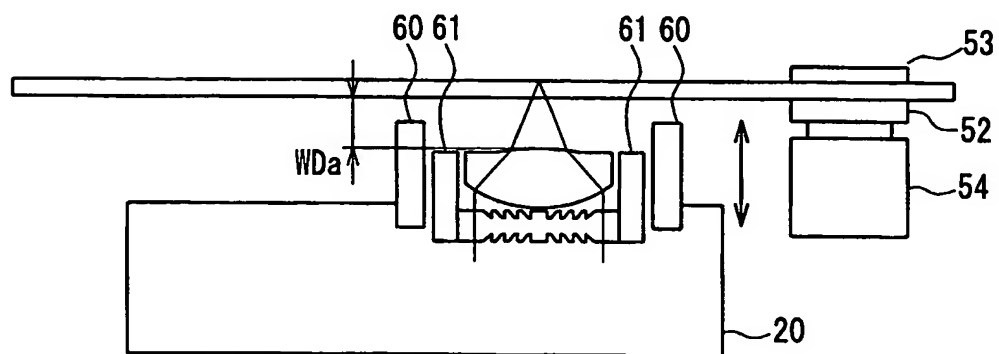


FIG. 13B

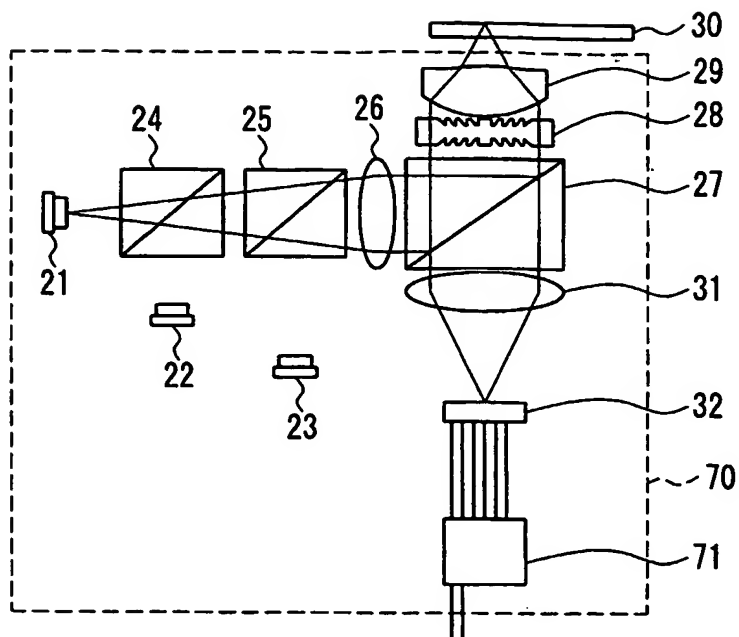


FIG. 14A

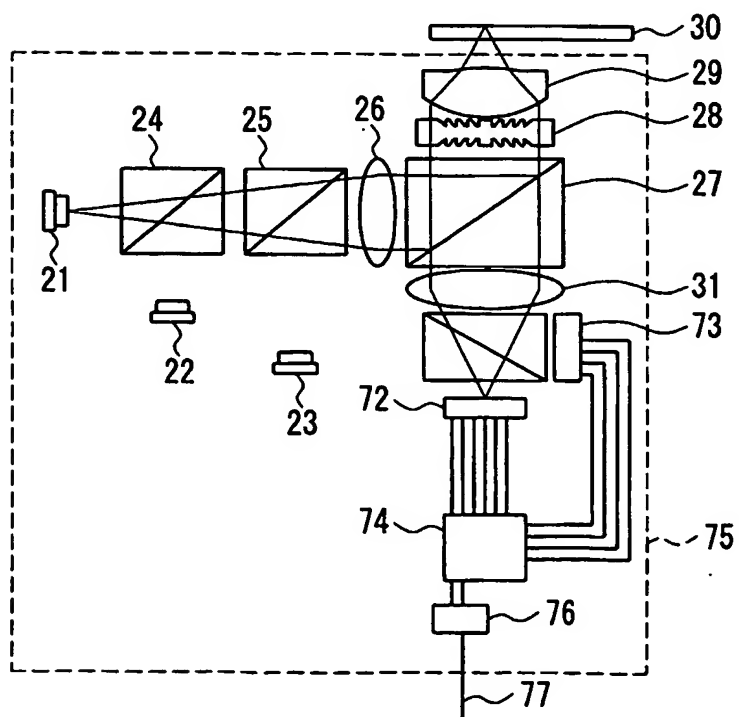


FIG. 14B

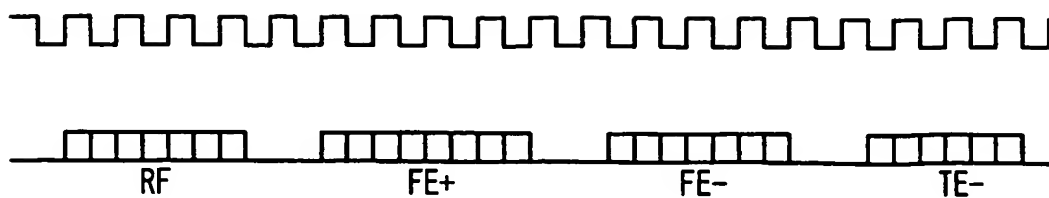


FIG. 15

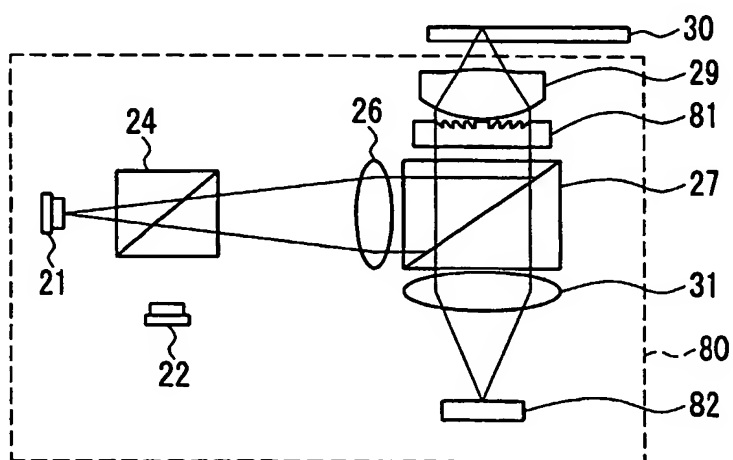


FIG. 16A

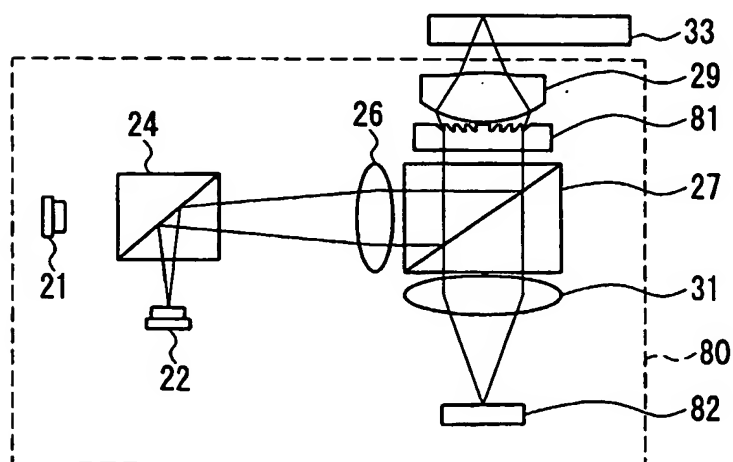


FIG. 16B

FIG. 17A

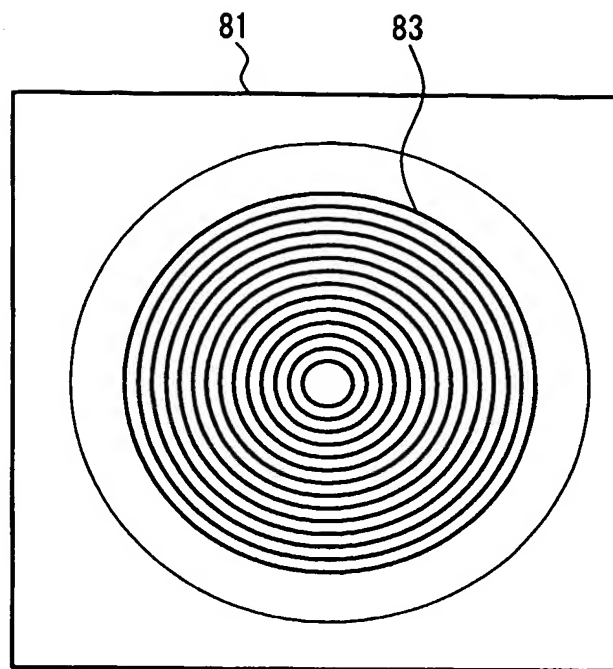
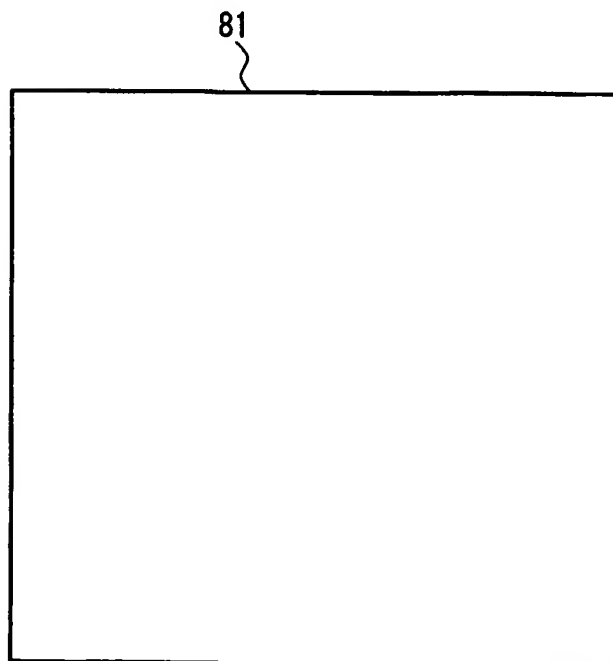


FIG. 17B



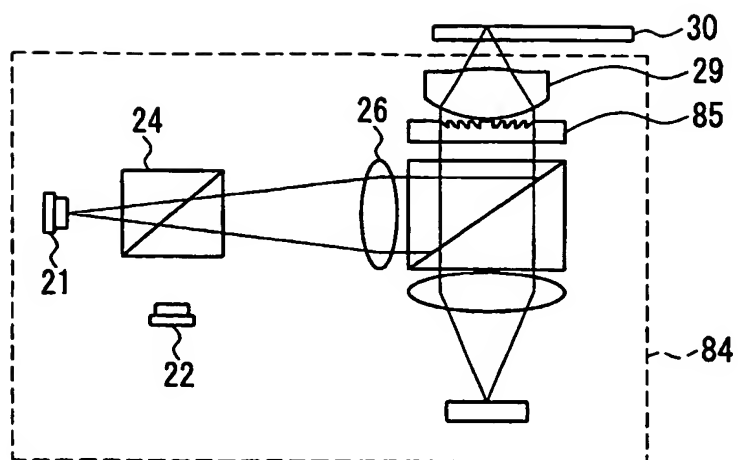


FIG. 18A

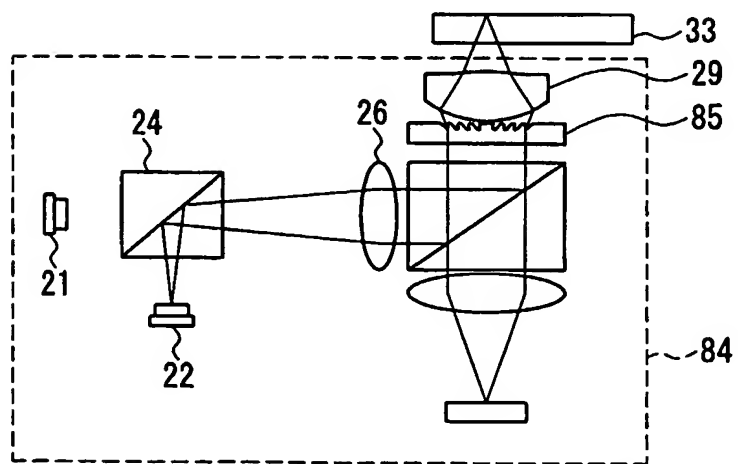


FIG. 18B

FIG. 19A

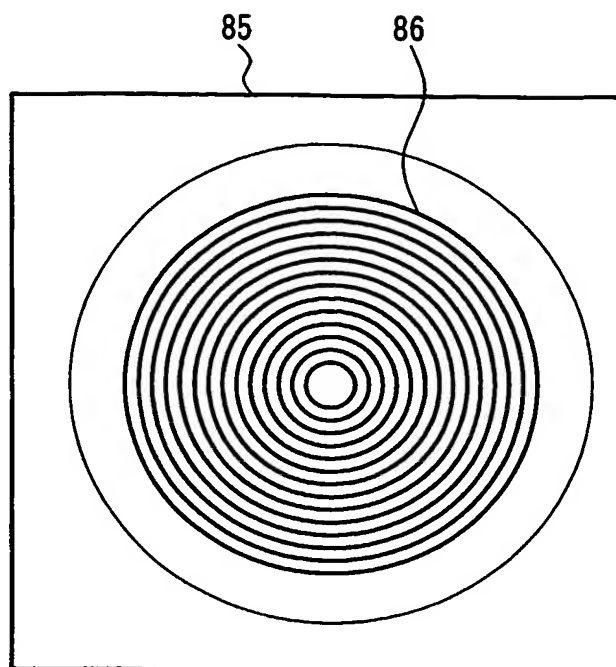
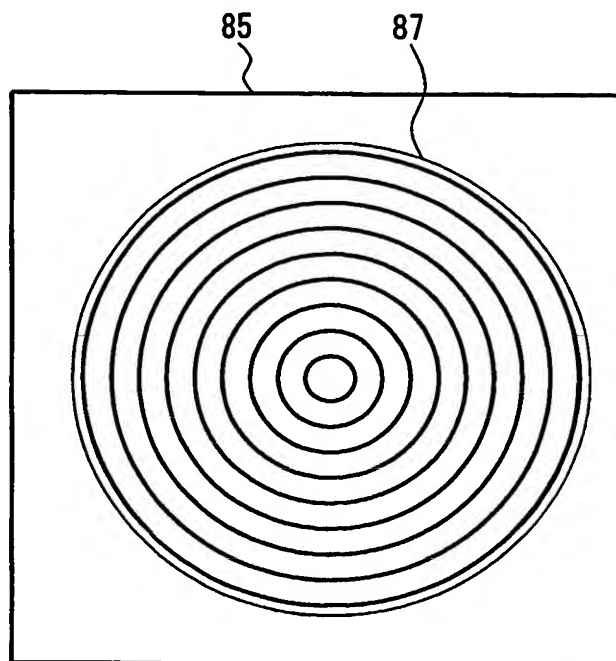


FIG. 19B



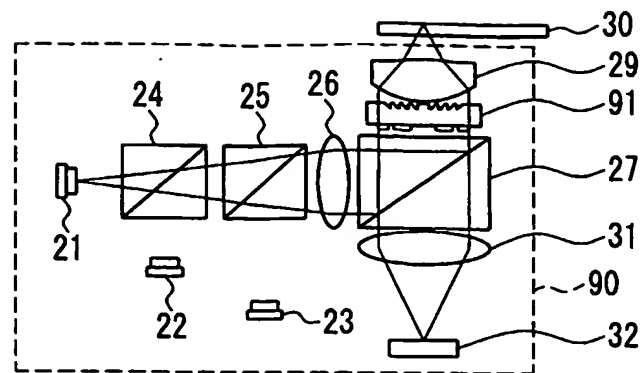


FIG. 20A

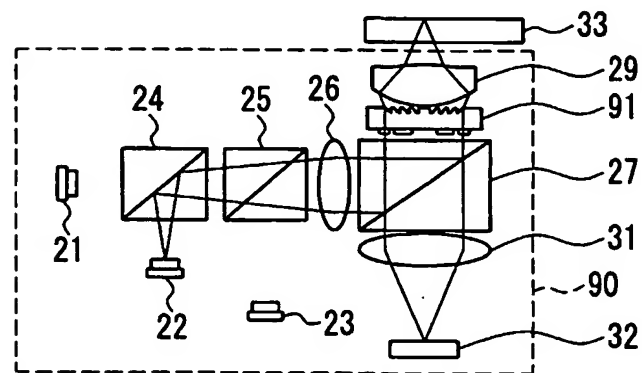


FIG. 20B

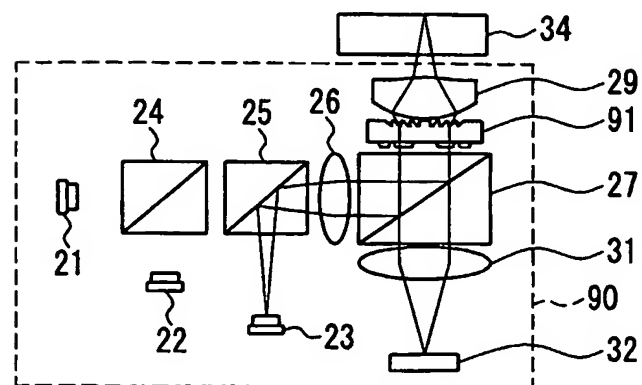


FIG. 20C



FIG. 21A

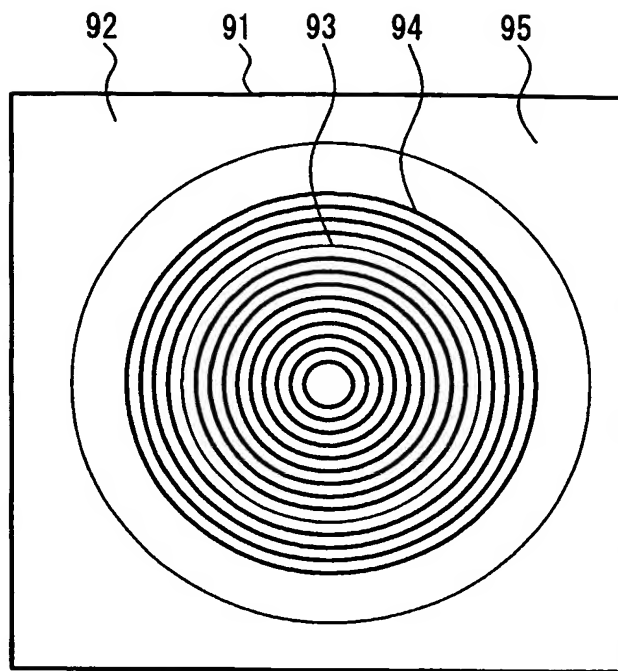


FIG. 21B

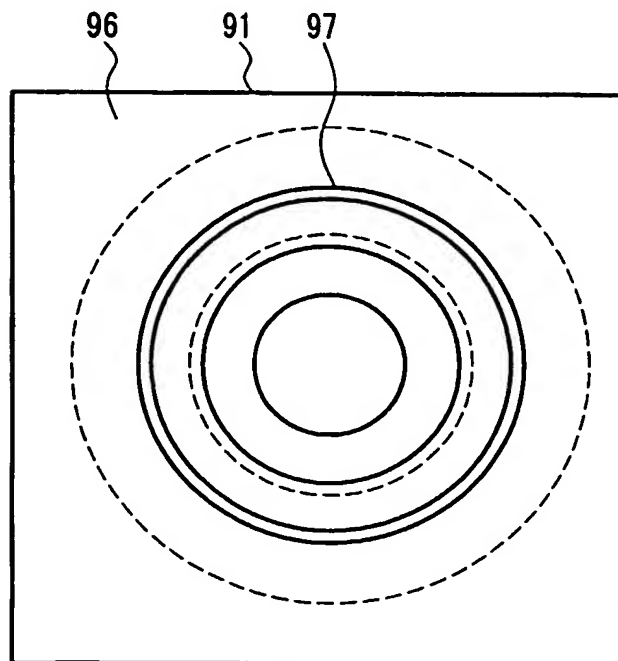


FIG. 21C



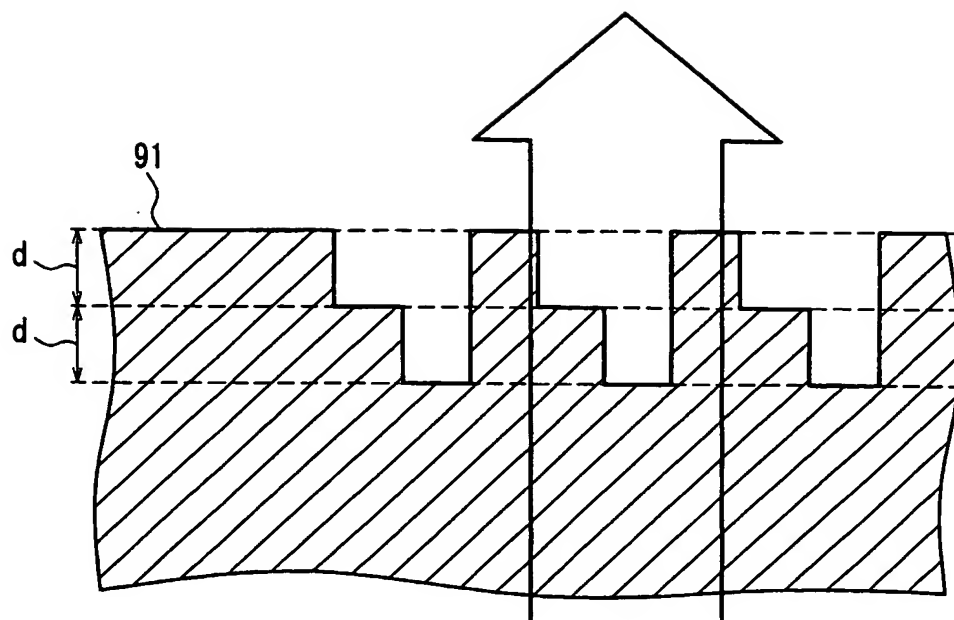


FIG. 22

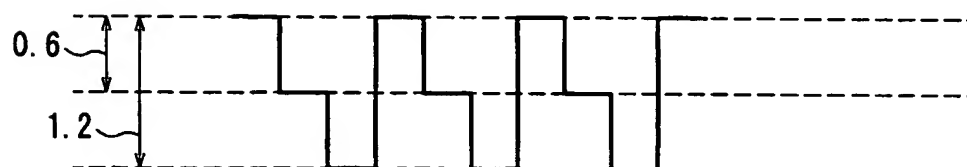


FIG. 23A

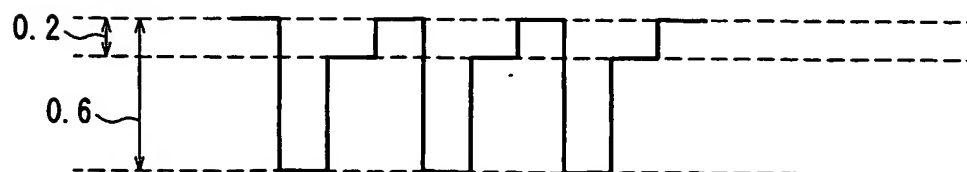


FIG. 23B

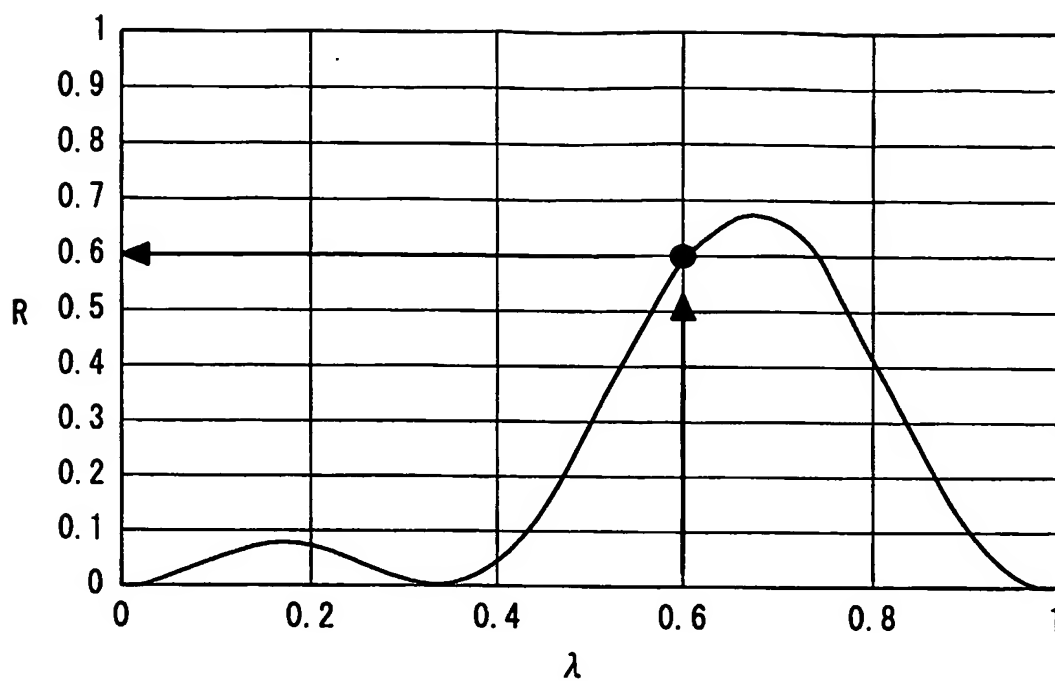


FIG. 24

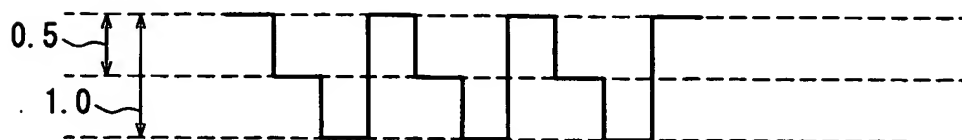


FIG. 25A

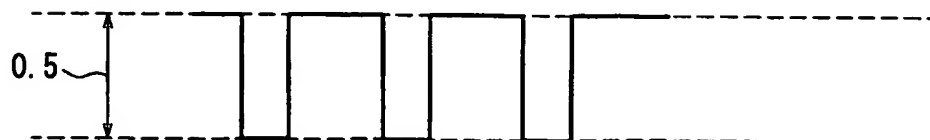


FIG. 25B

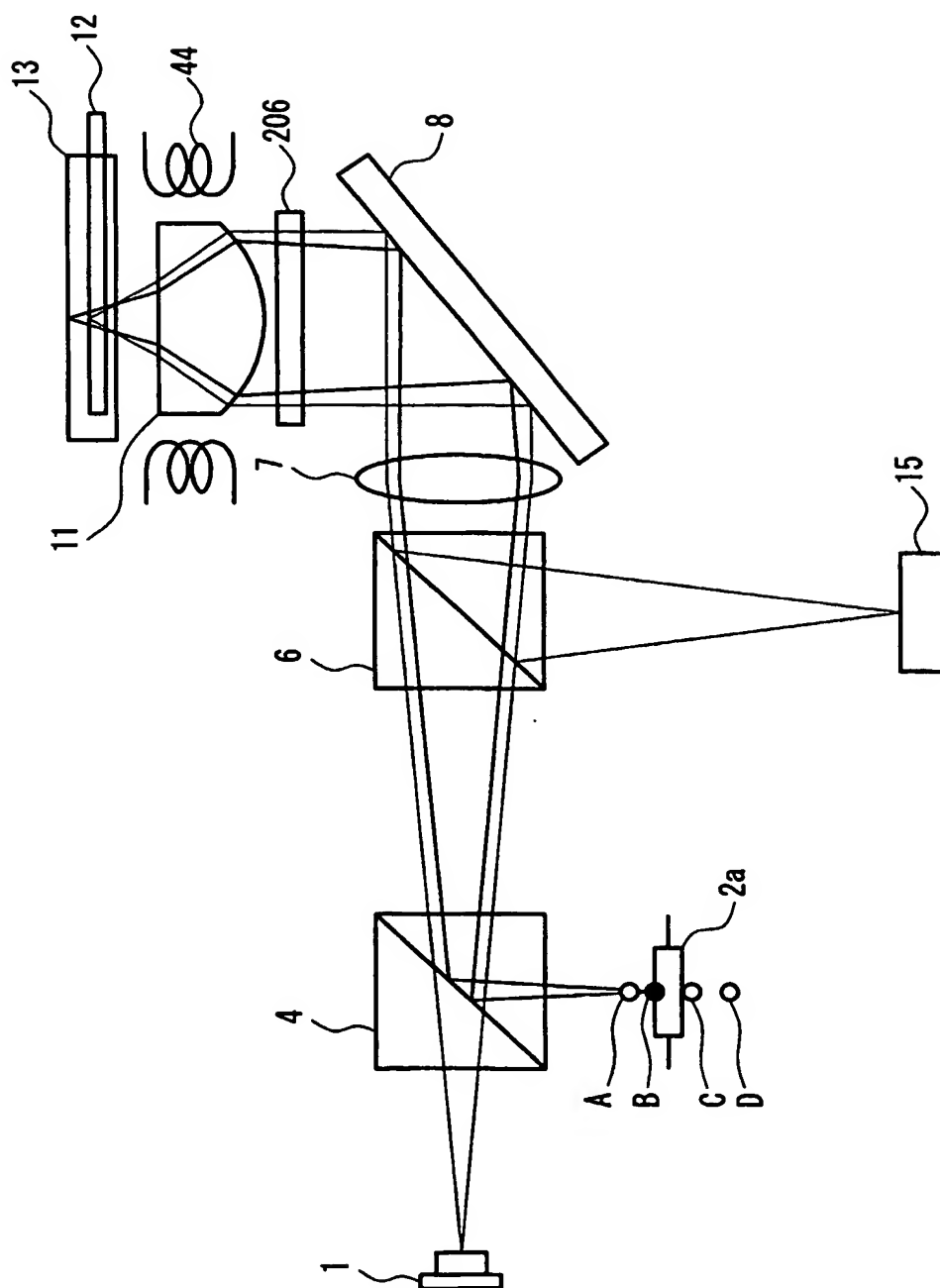


FIG. 26

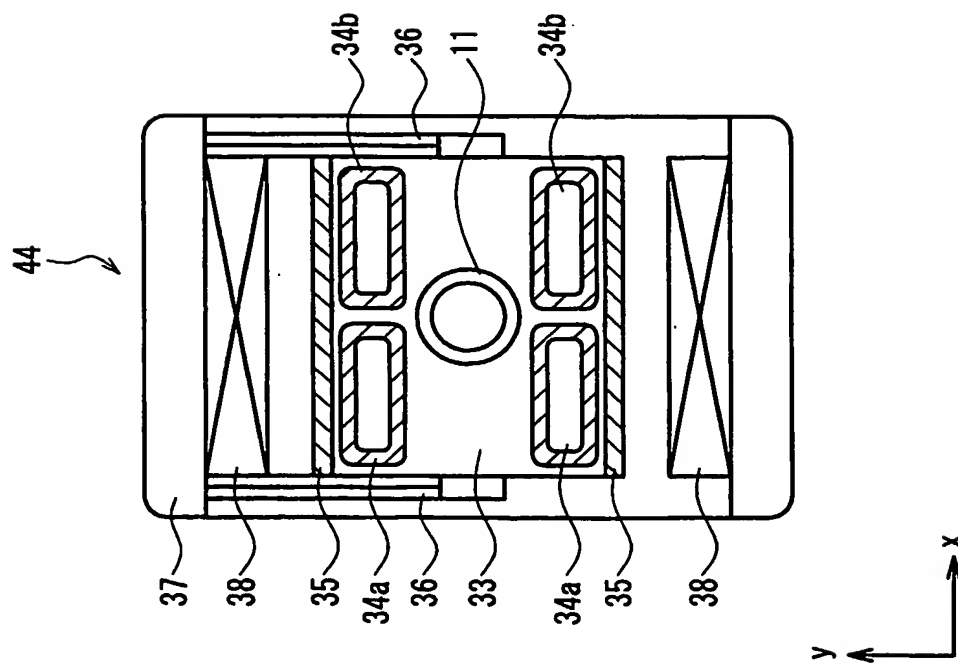


FIG. 27A

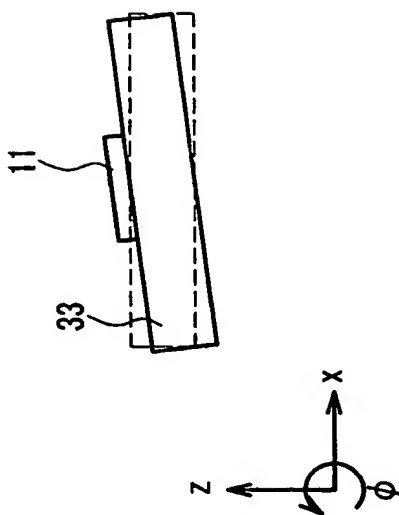


FIG. 27B

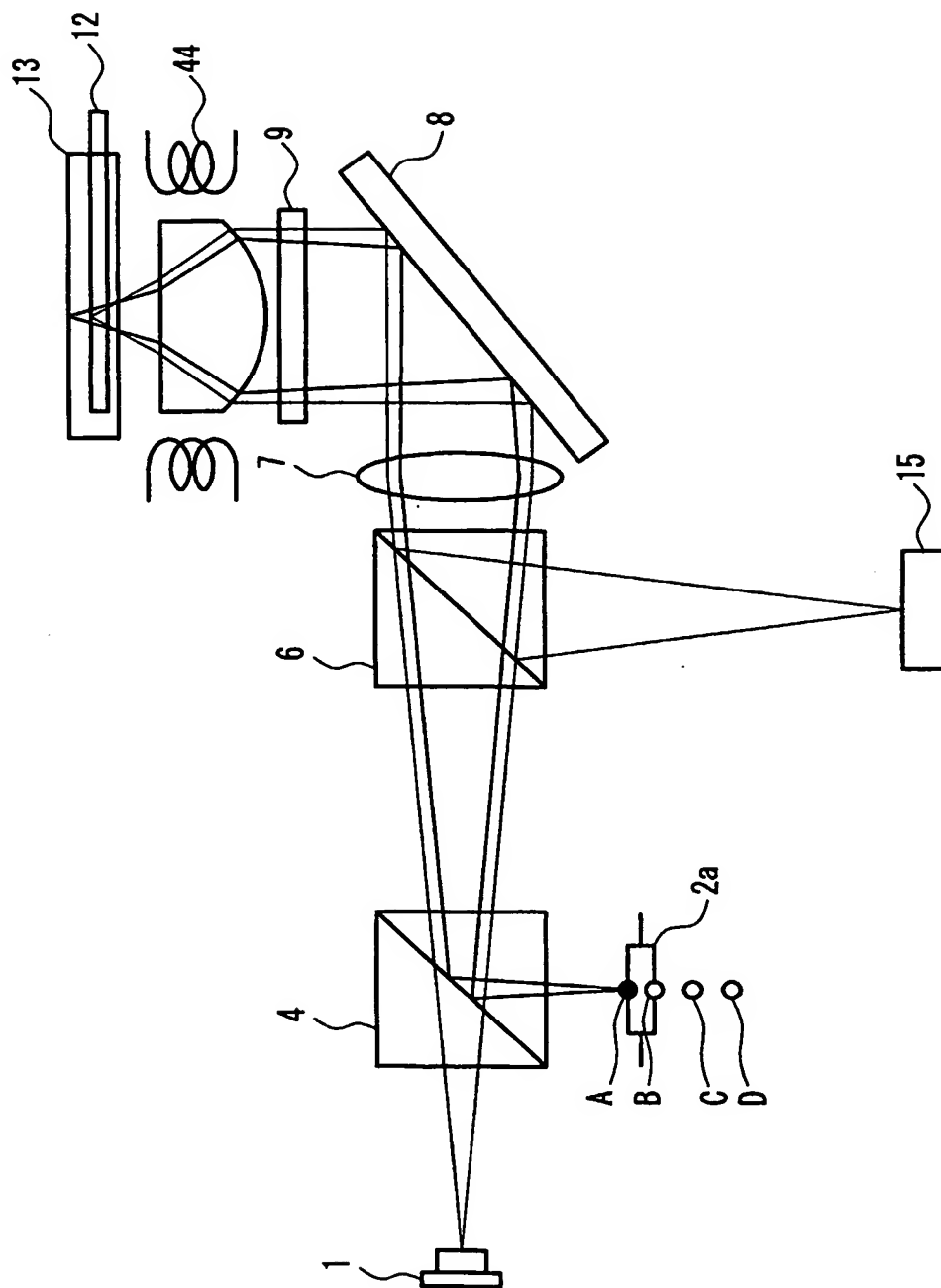


FIG. 28

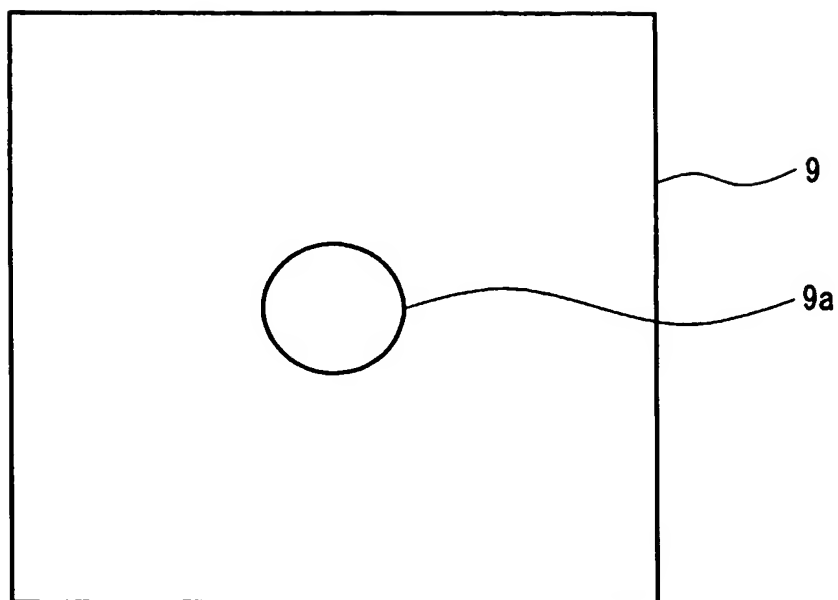


FIG. 29A

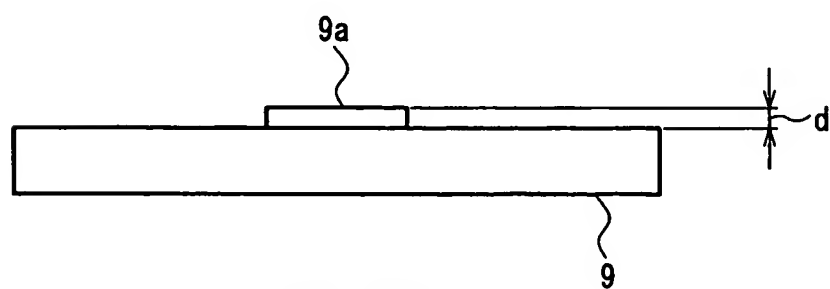


FIG. 29B

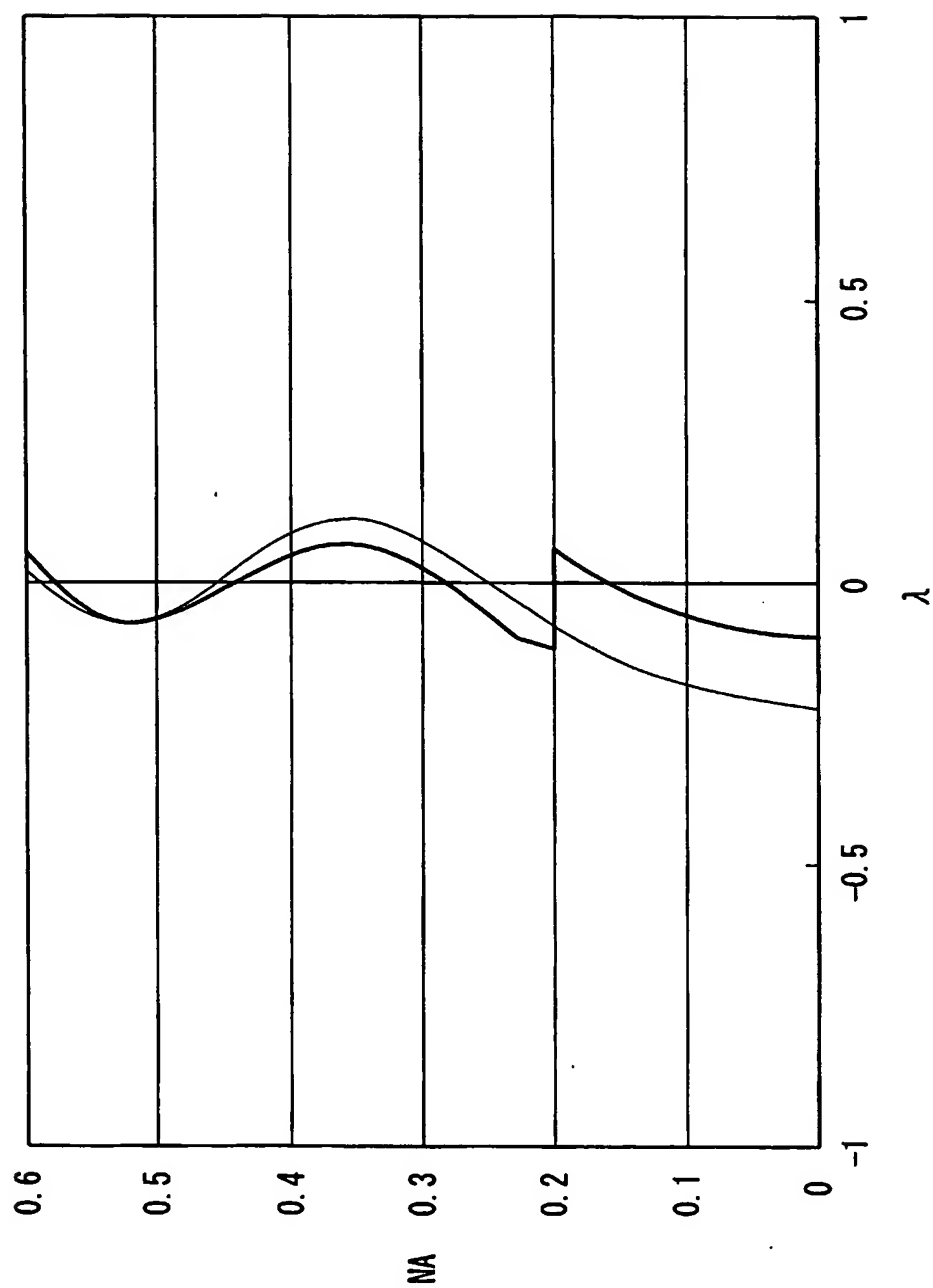


FIG. 30



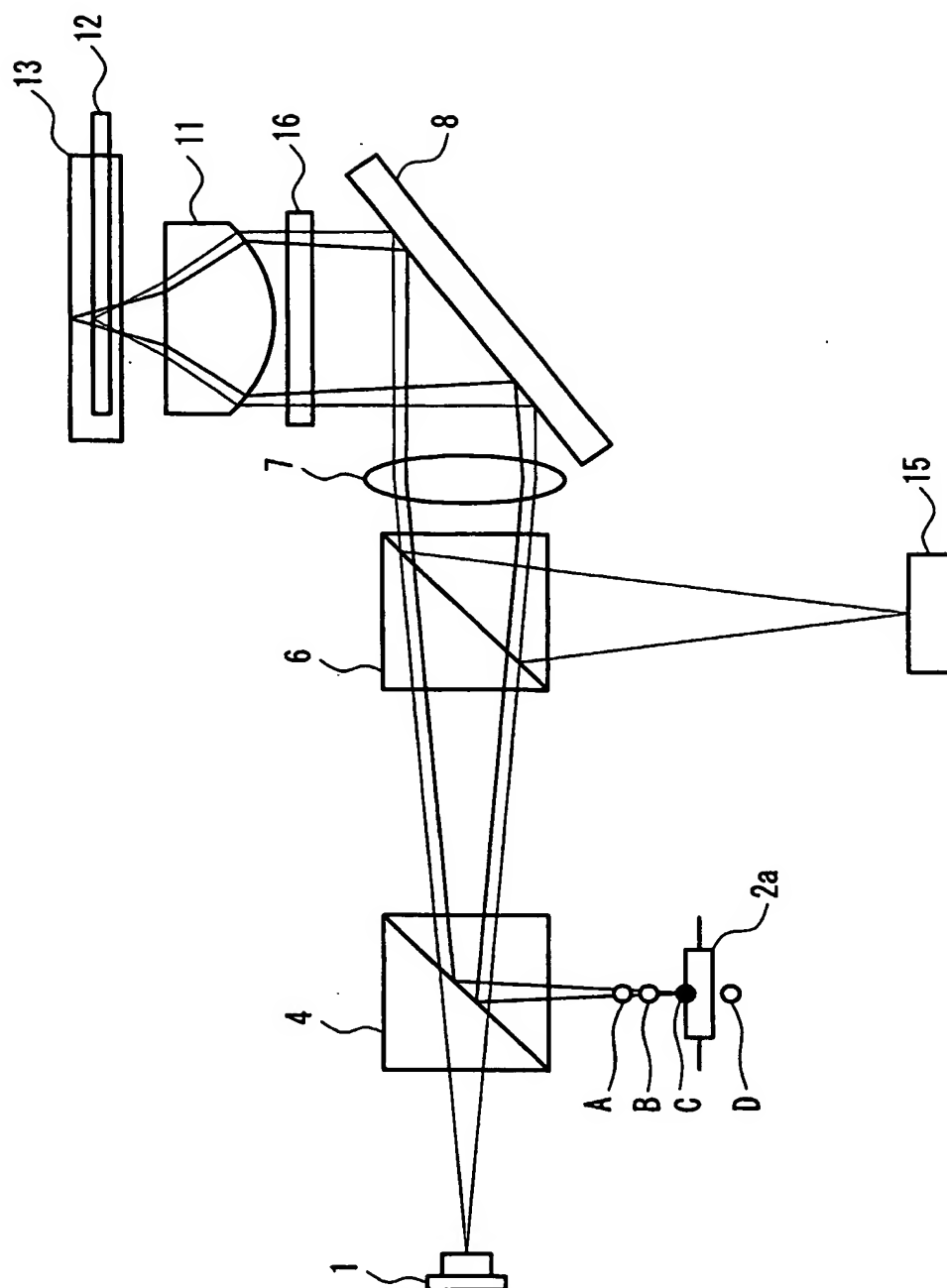


FIG. 31

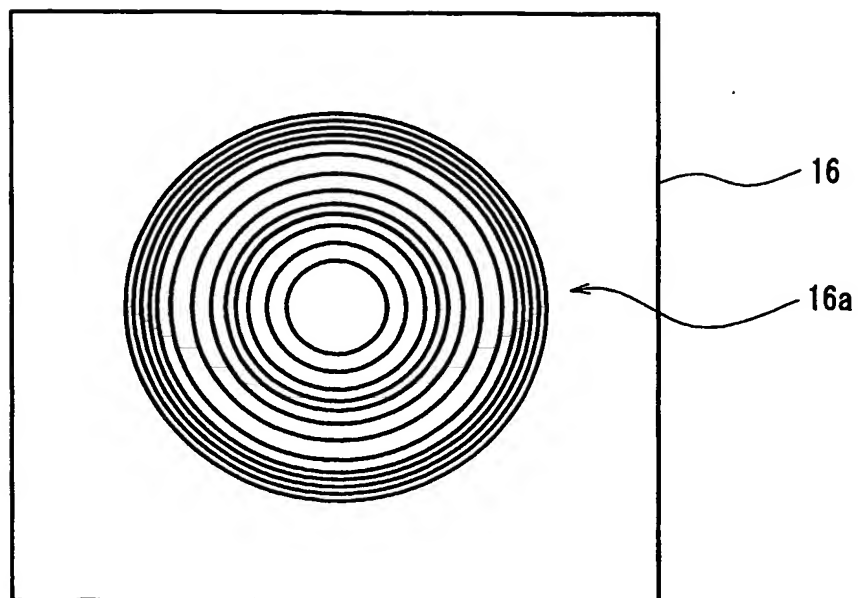


FIG. 32A

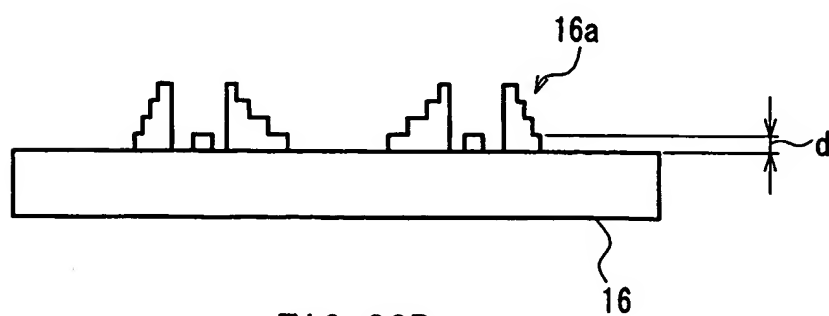


FIG. 32B

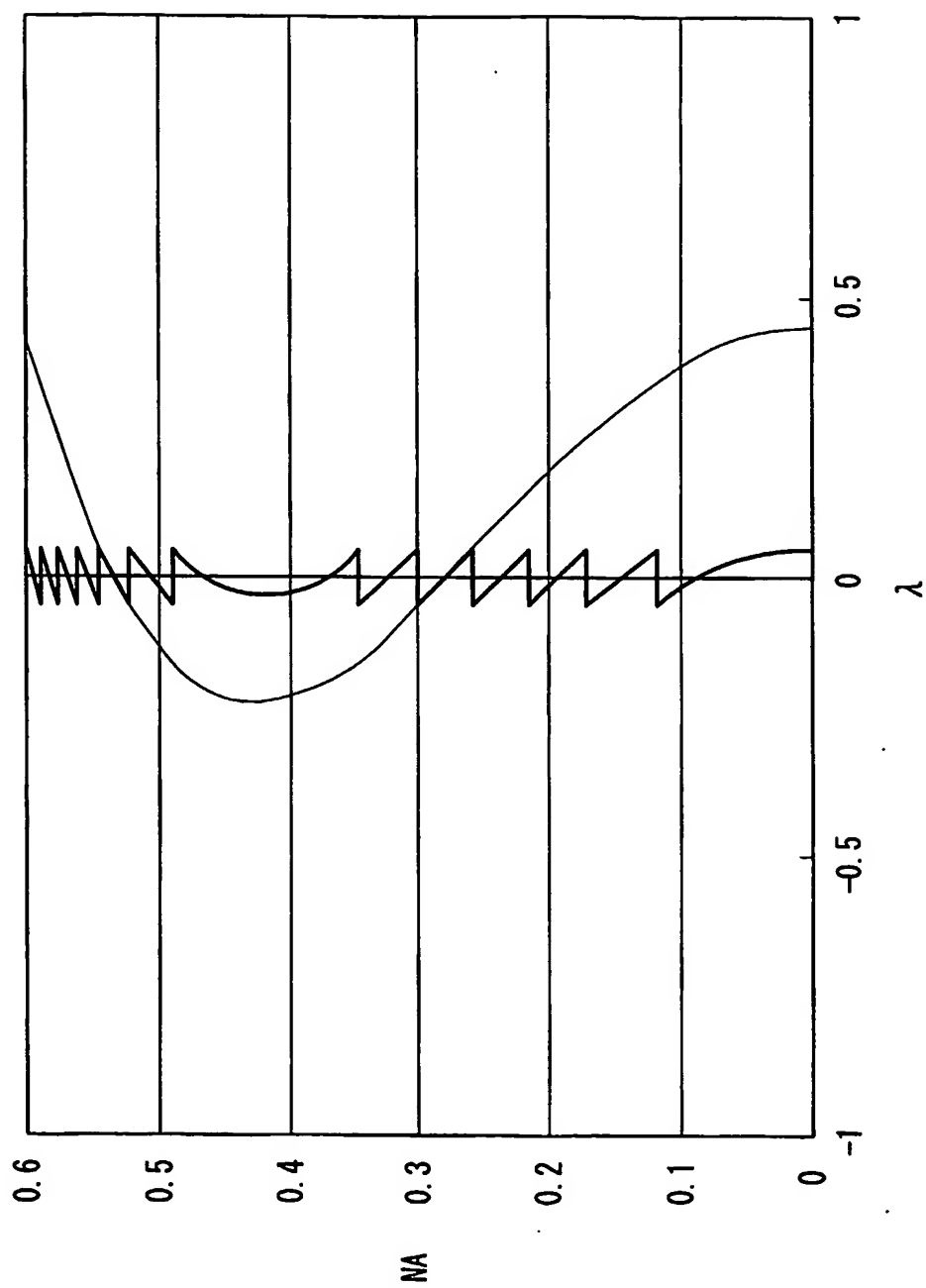


FIG. 33

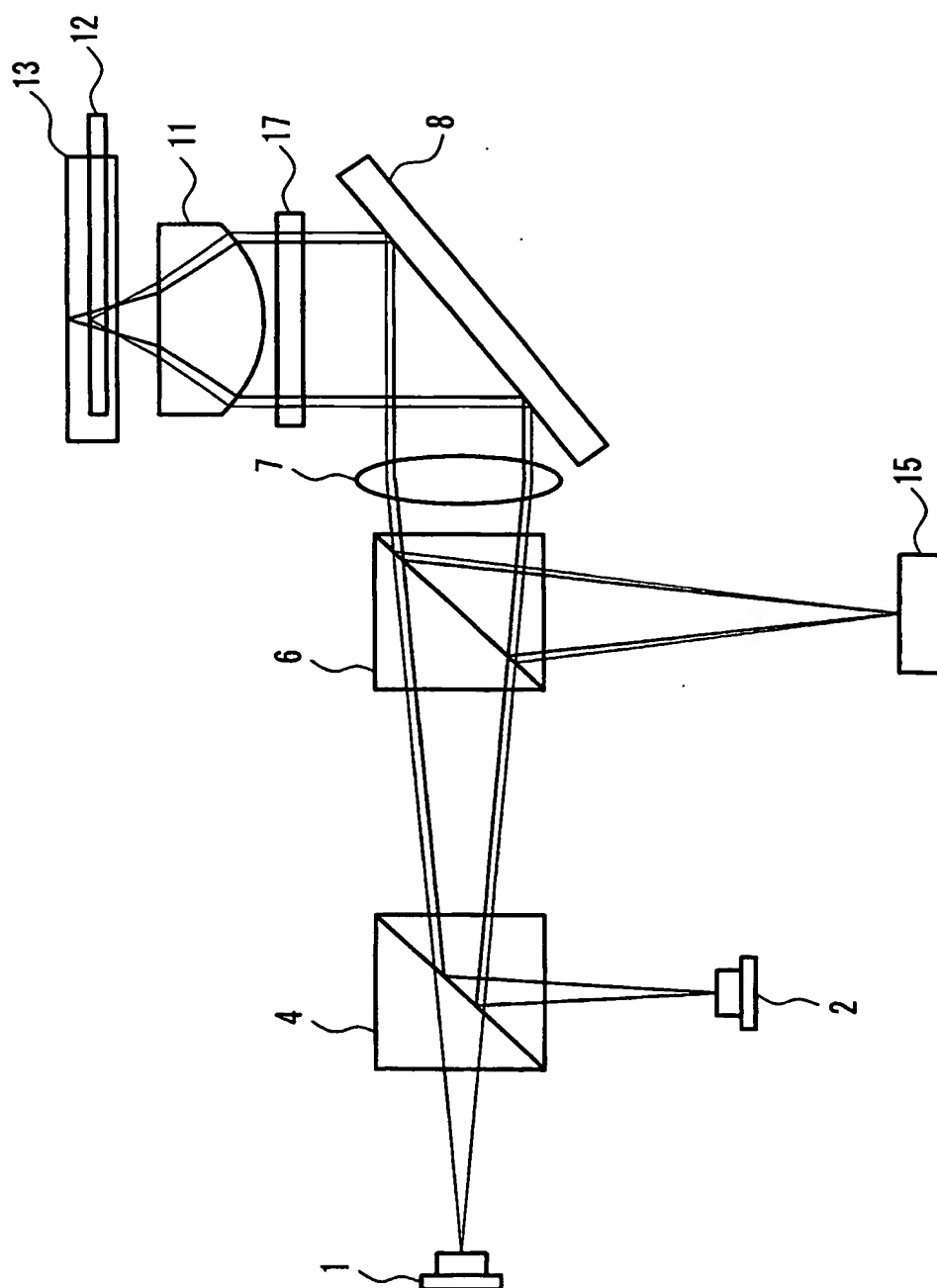


FIG. 34

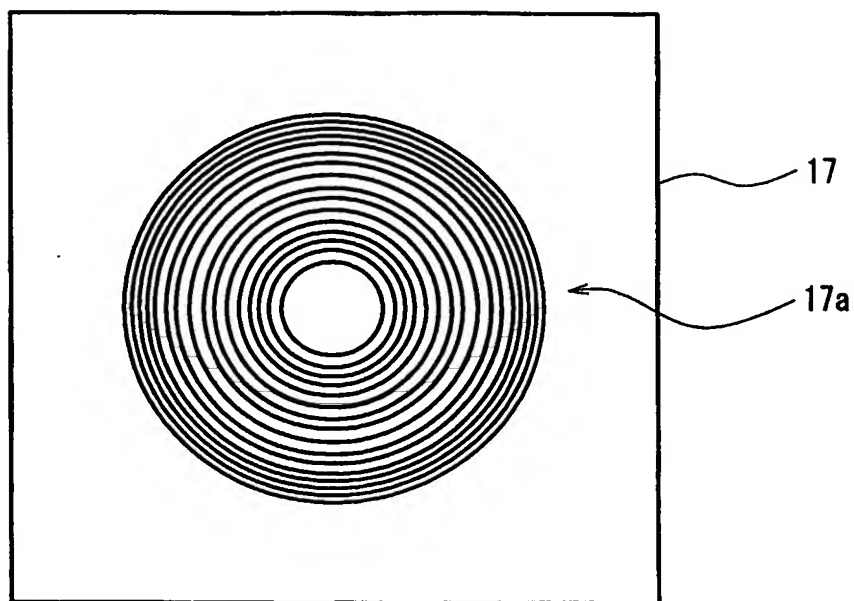


FIG. 35A

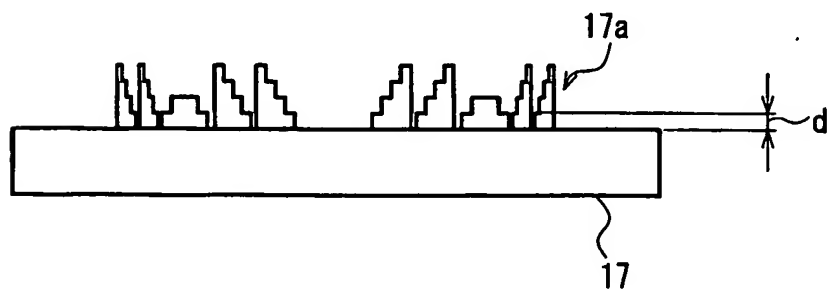


FIG. 35B

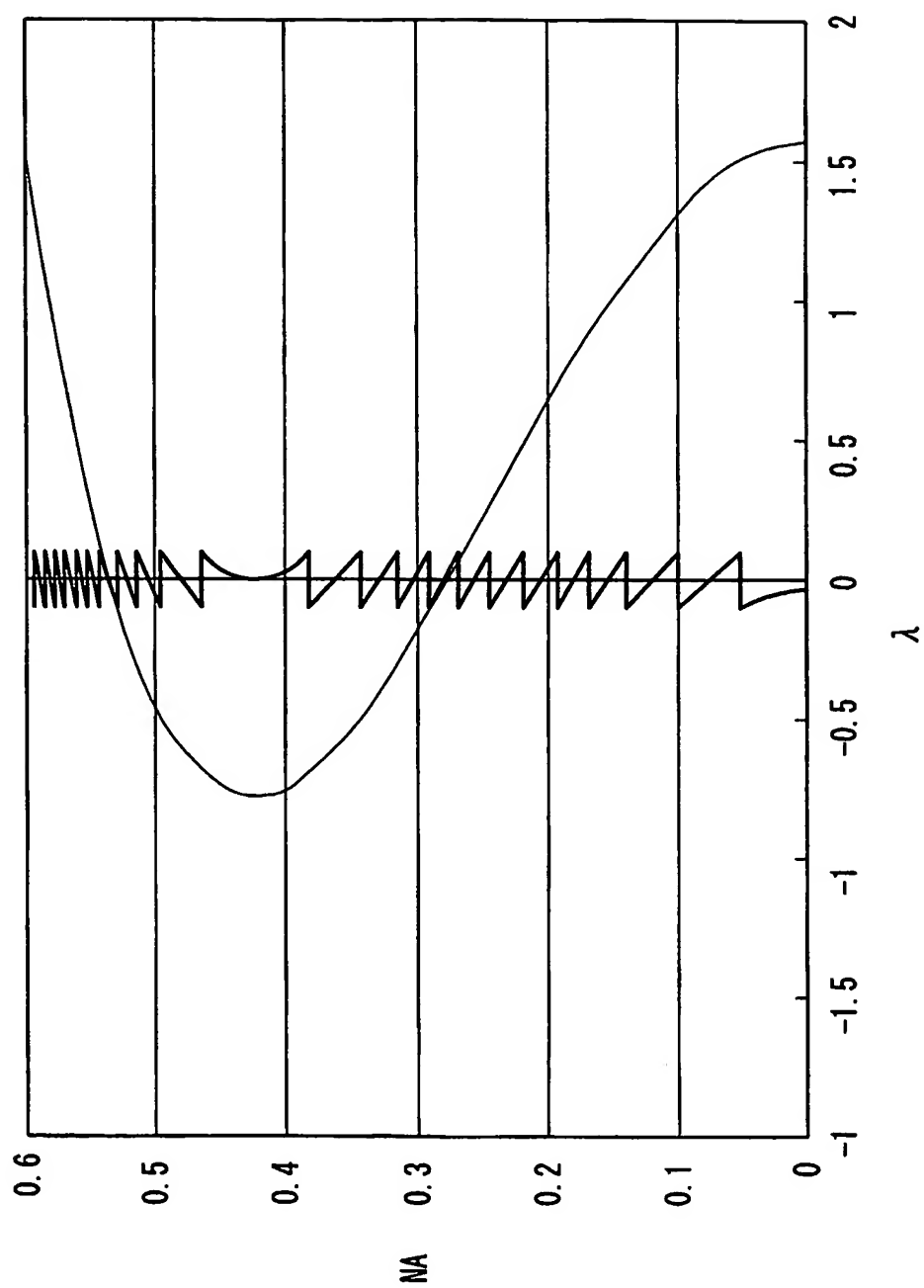


FIG. 36

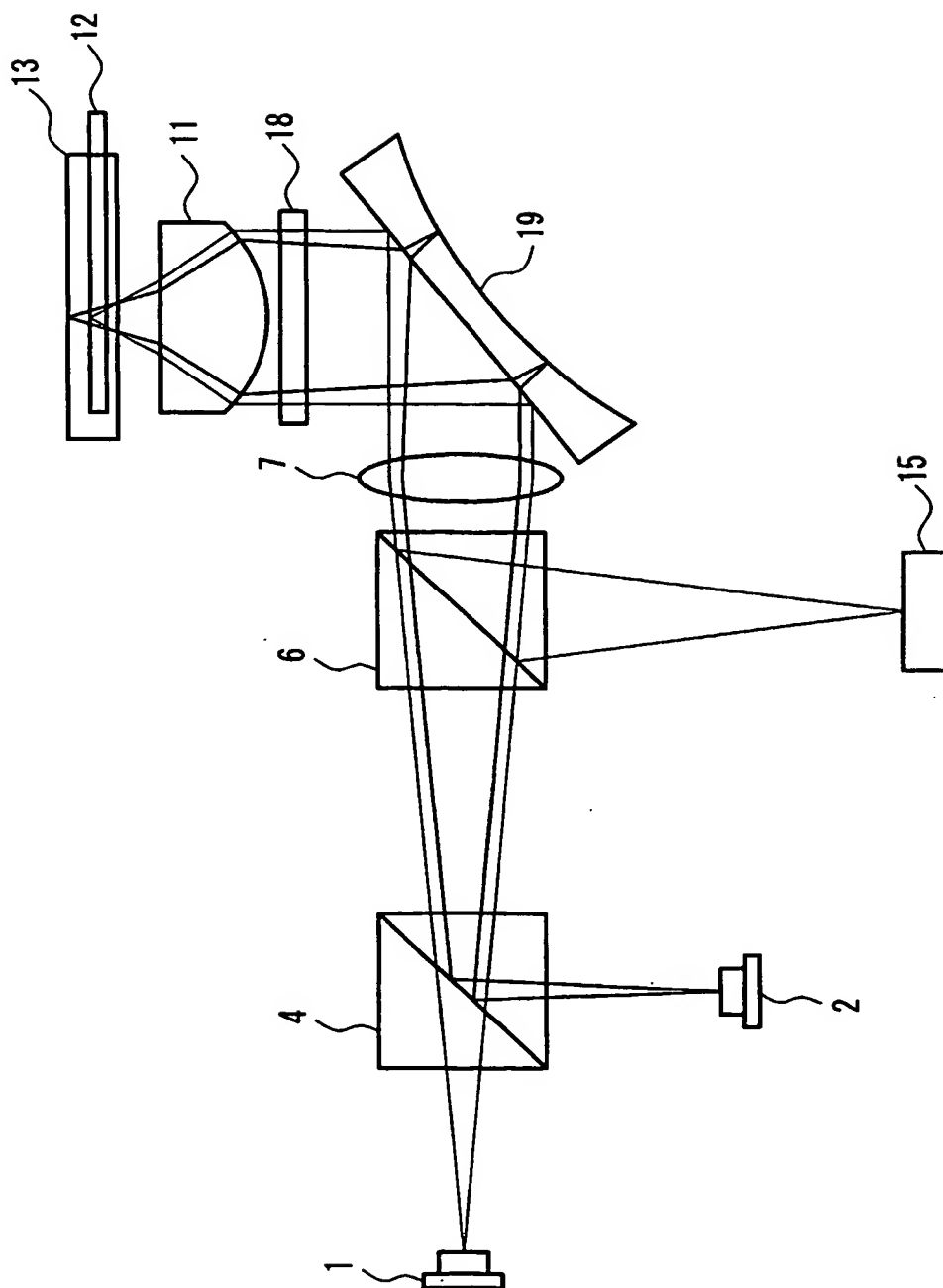


FIG. 37

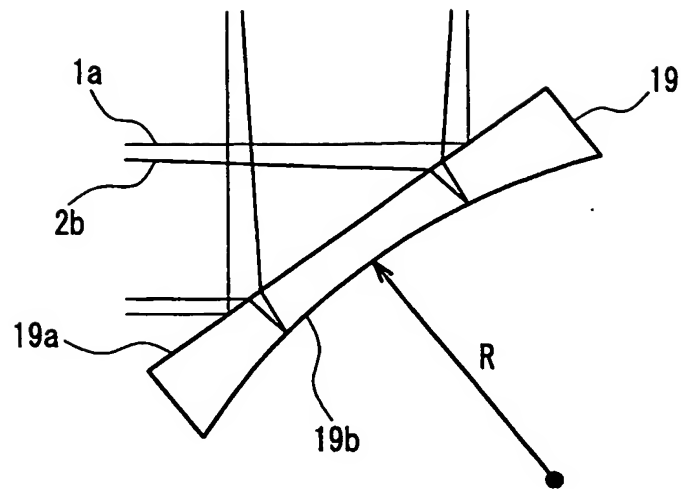


FIG. 38

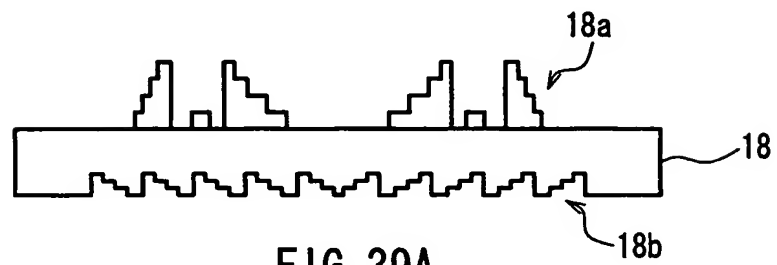


FIG. 39A

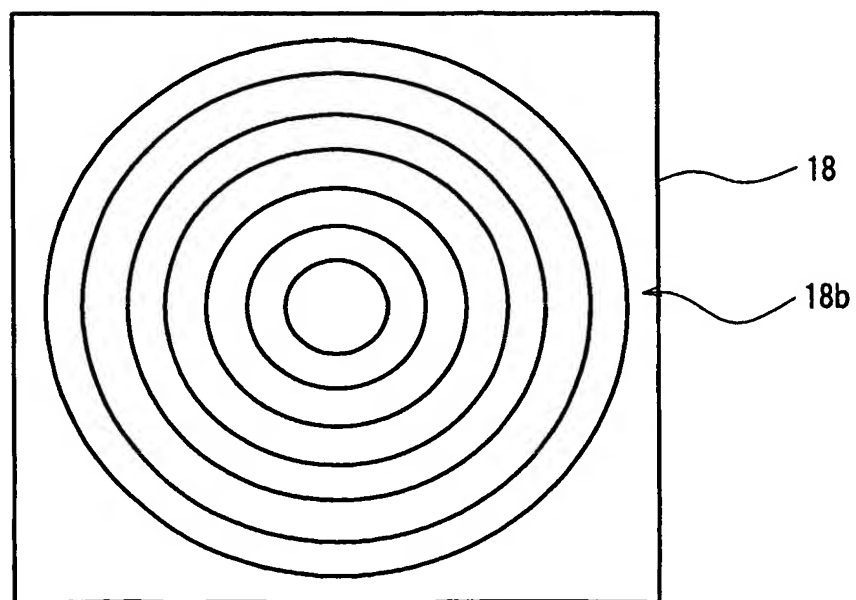


FIG. 39B



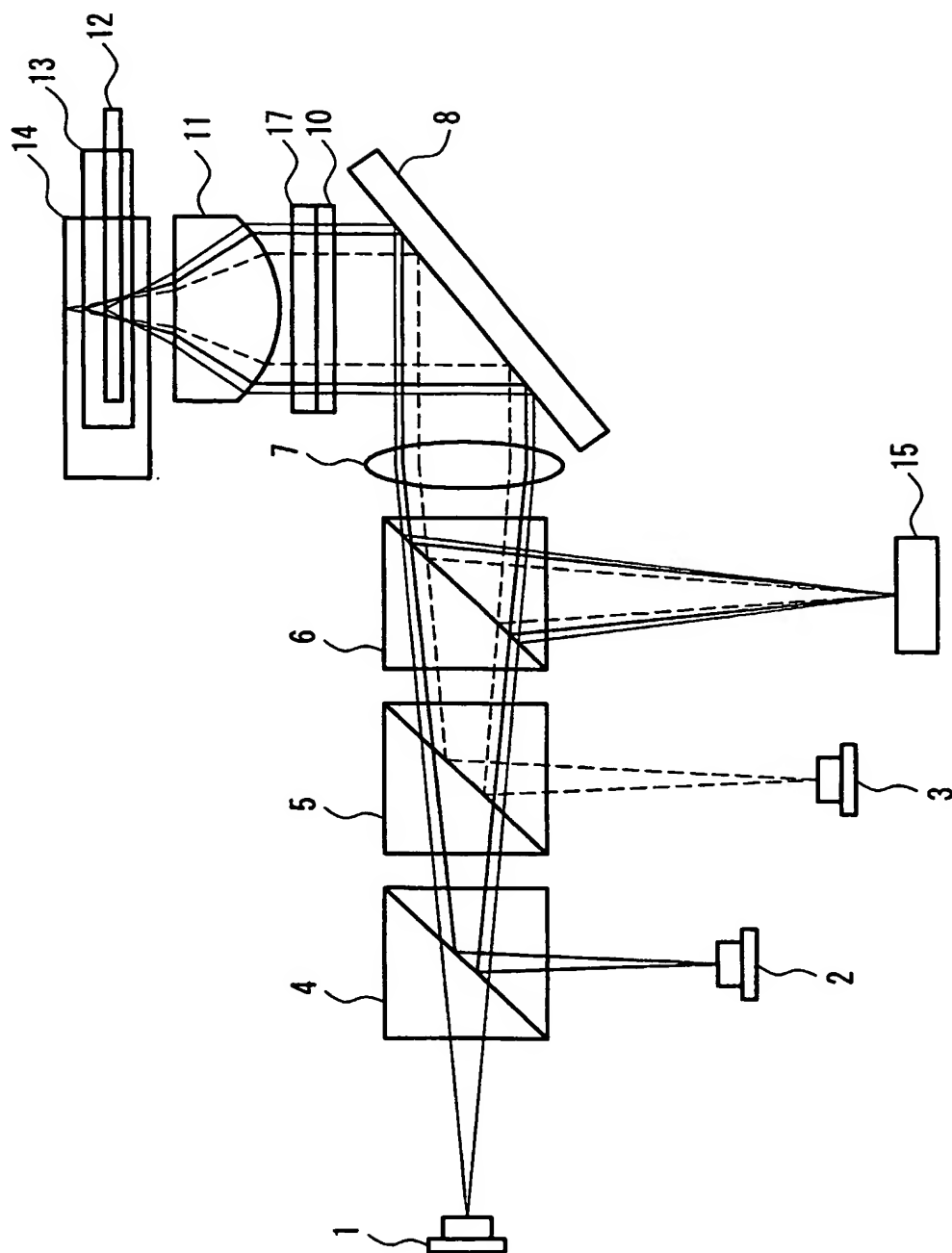


FIG. 40

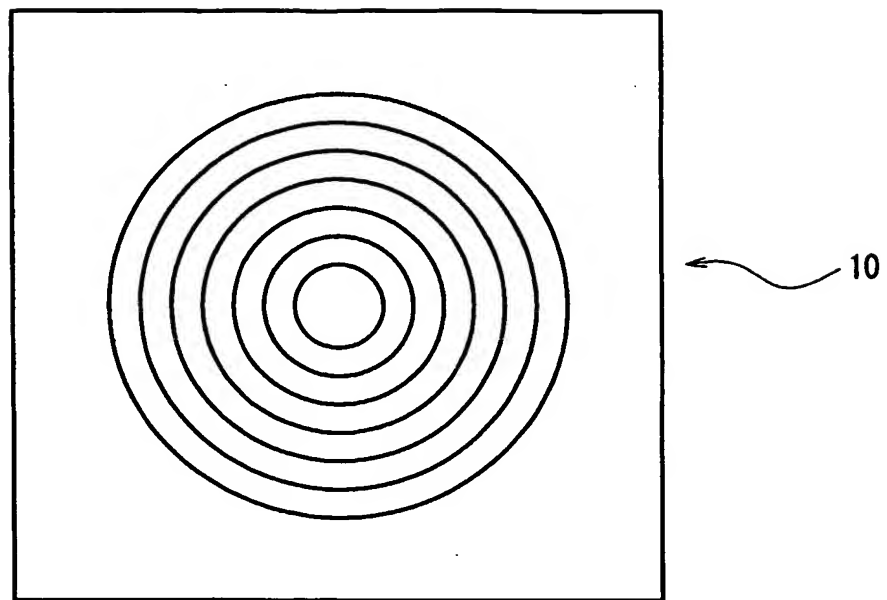


FIG. 41A

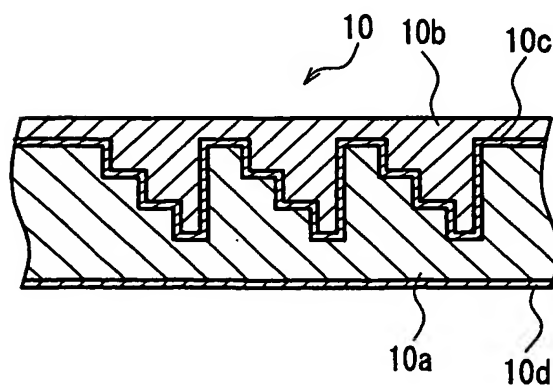


FIG. 41B

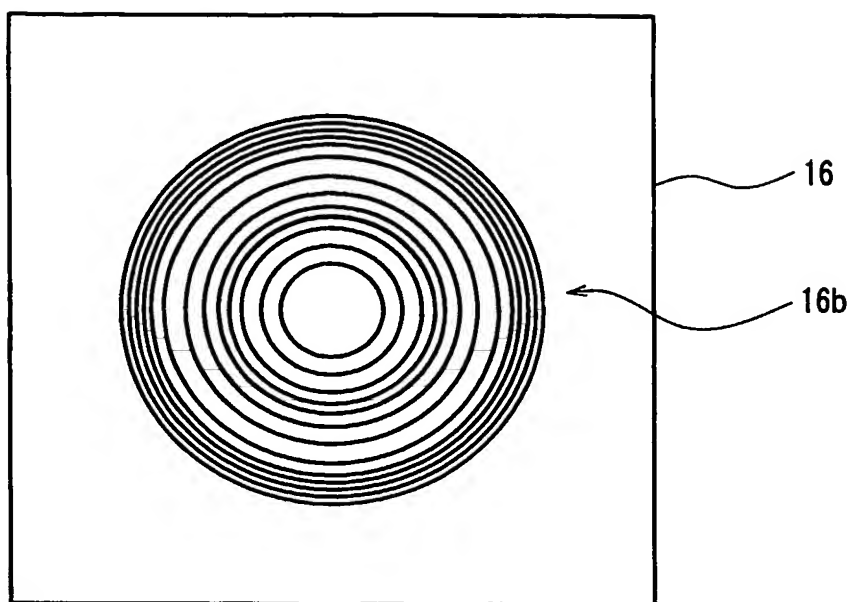


FIG. 42A

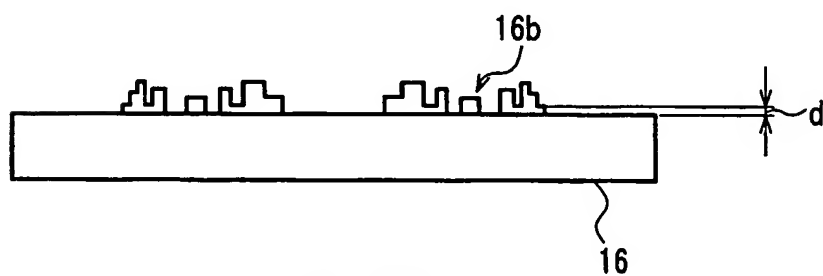


FIG. 42B

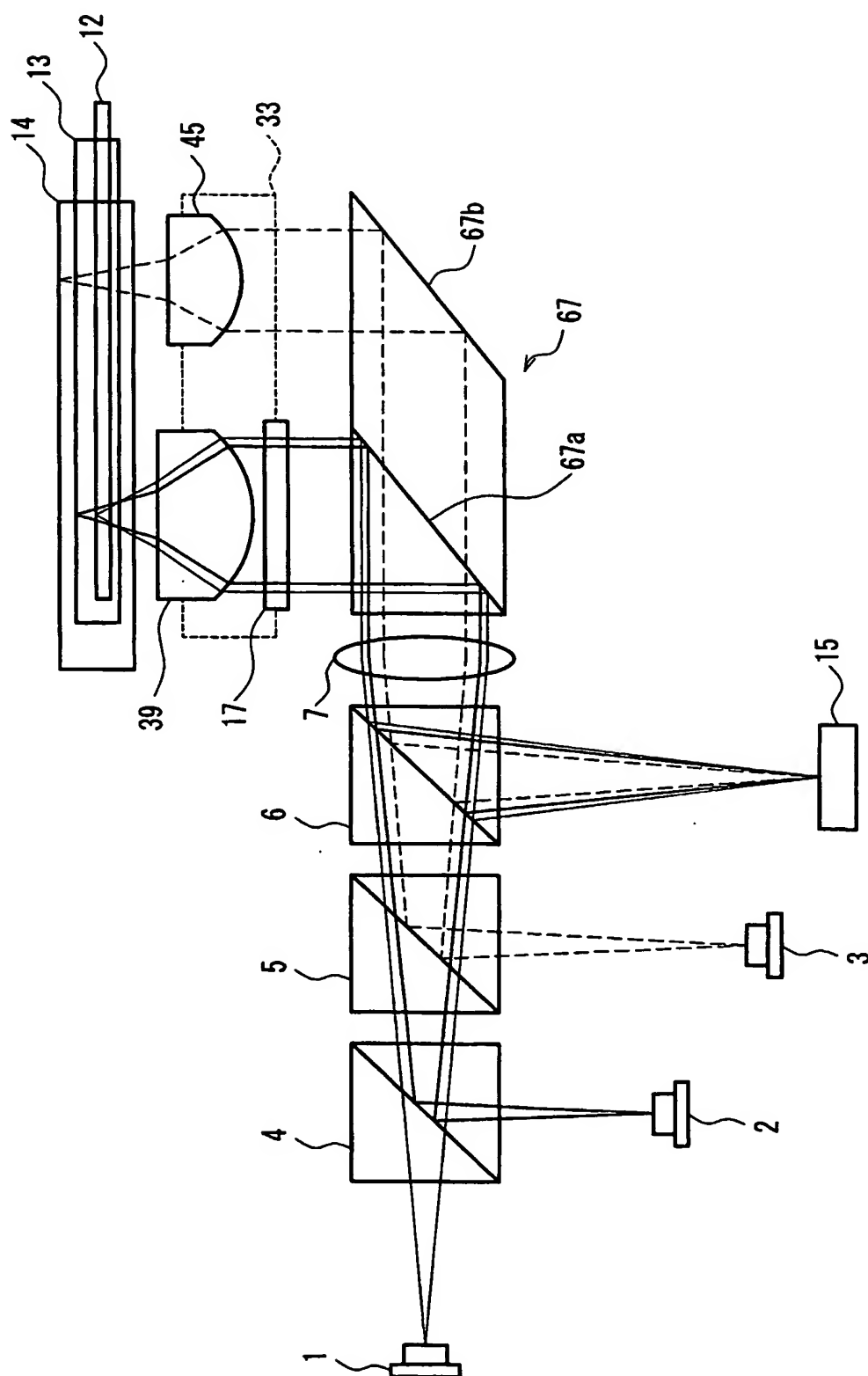


FIG. 43

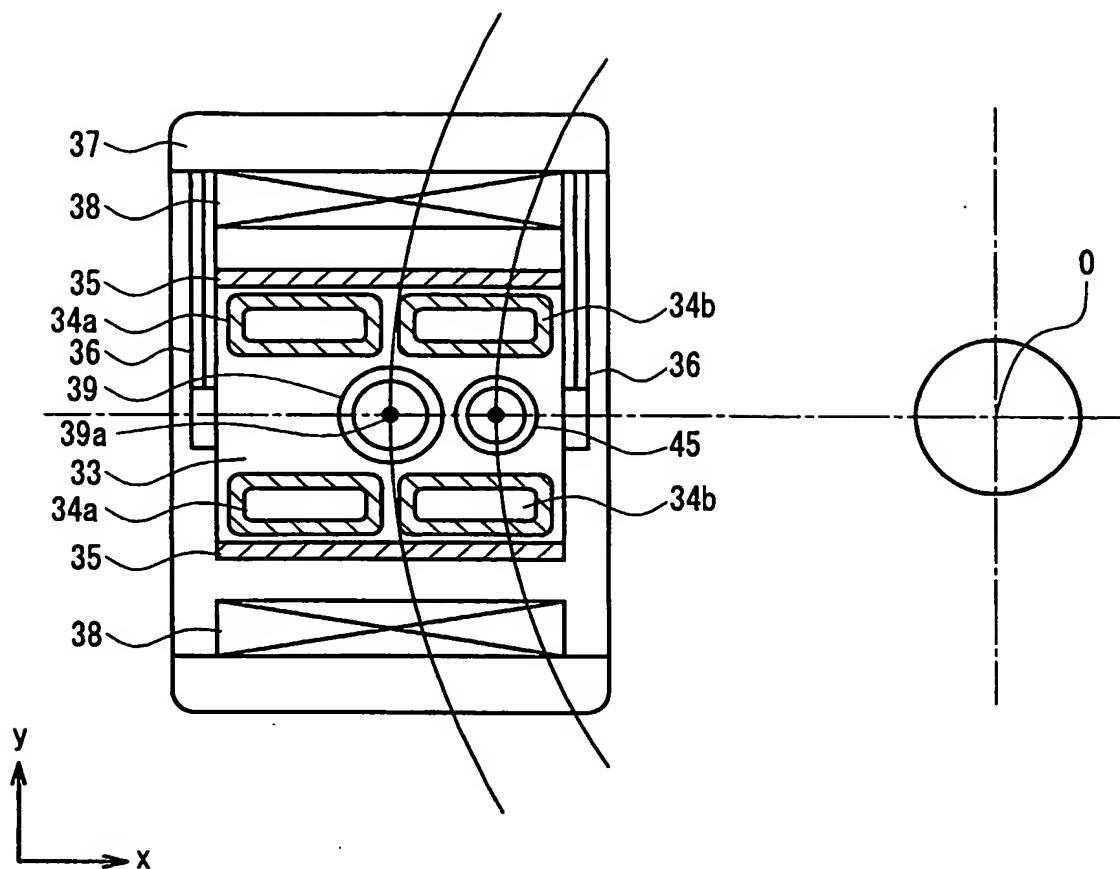


FIG. 44

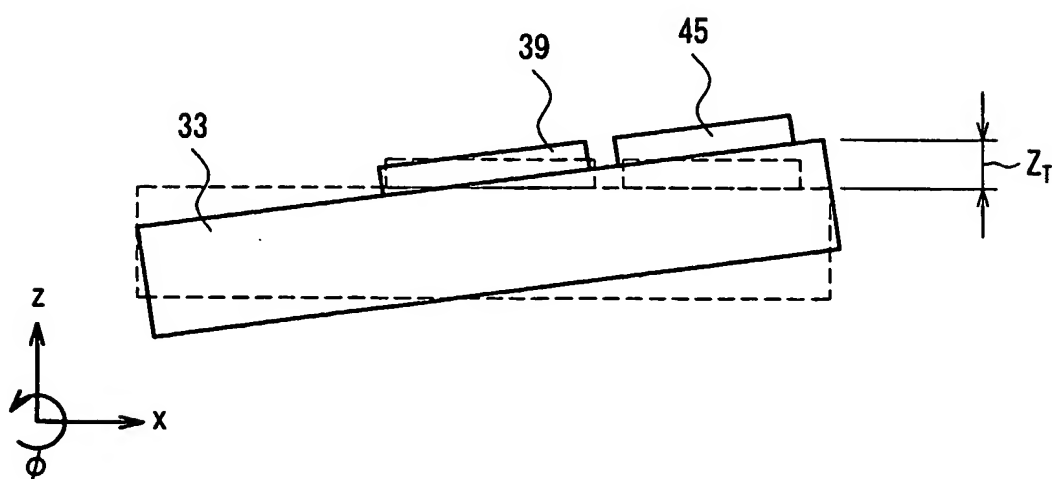


FIG. 45

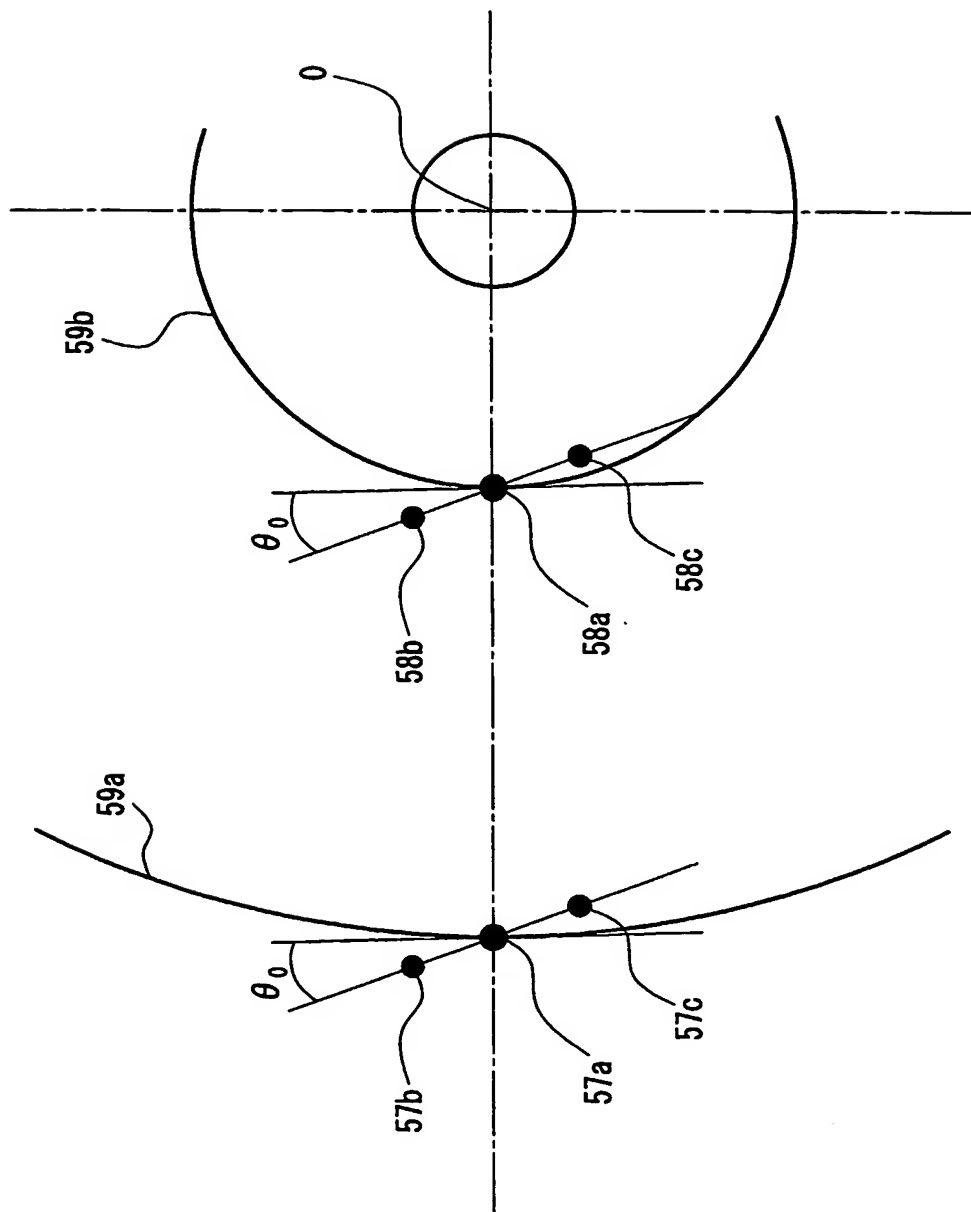


FIG. 46

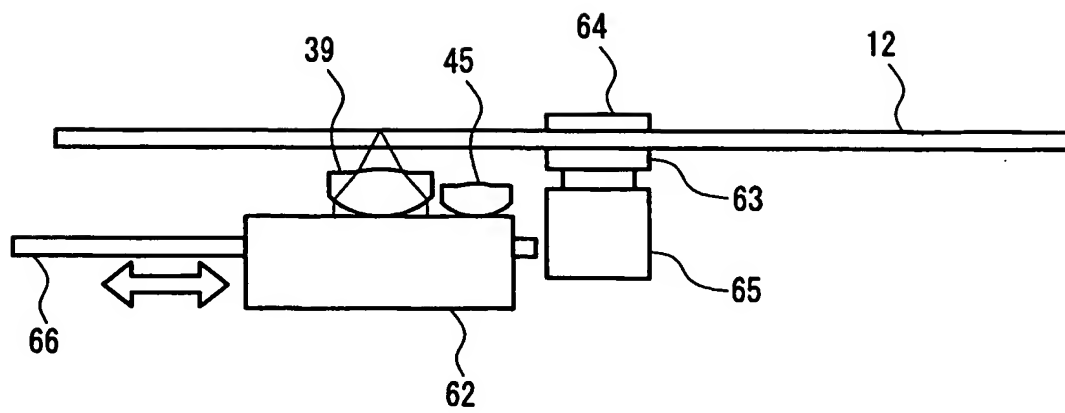


FIG. 47

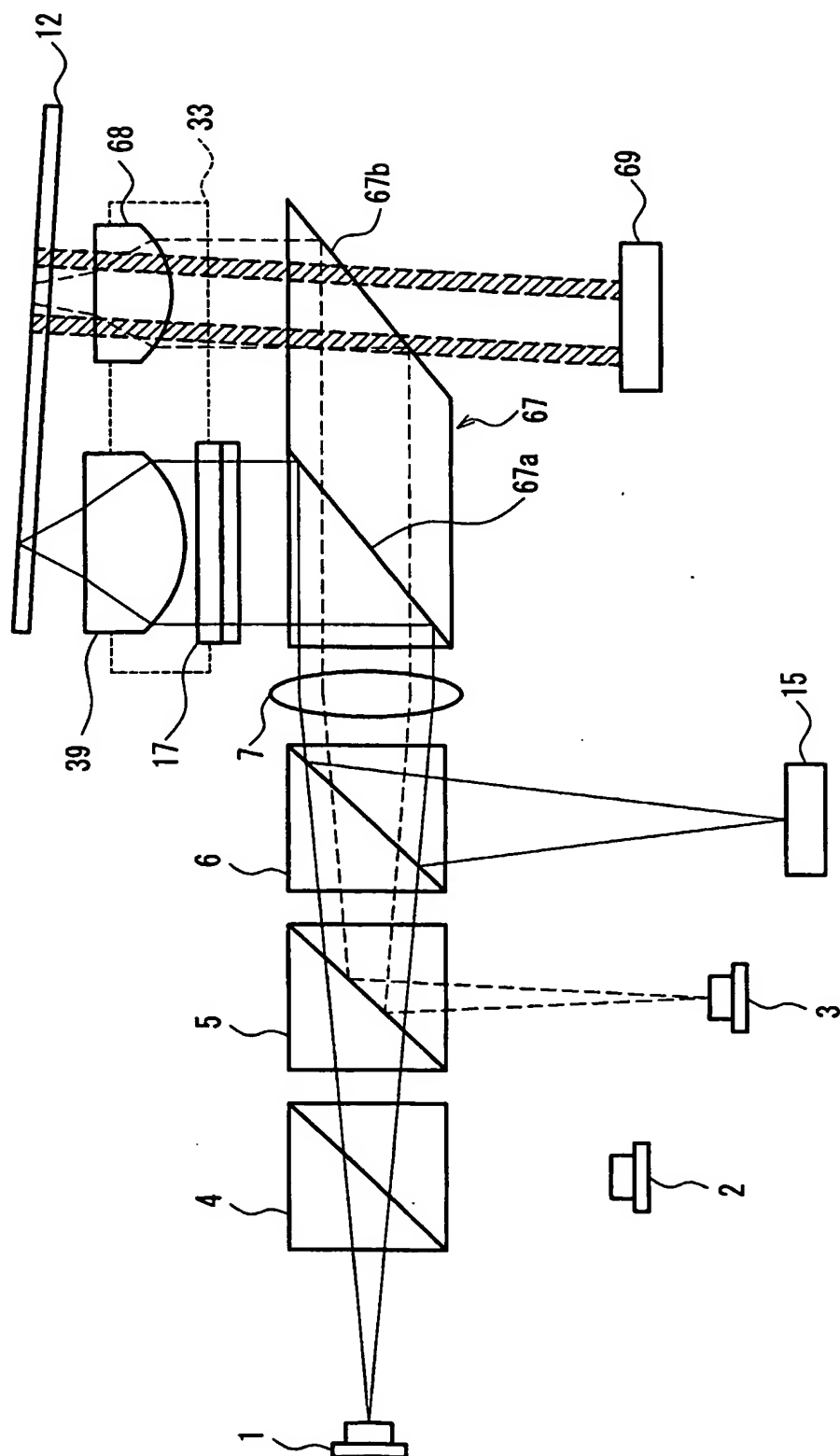


FIG. 48



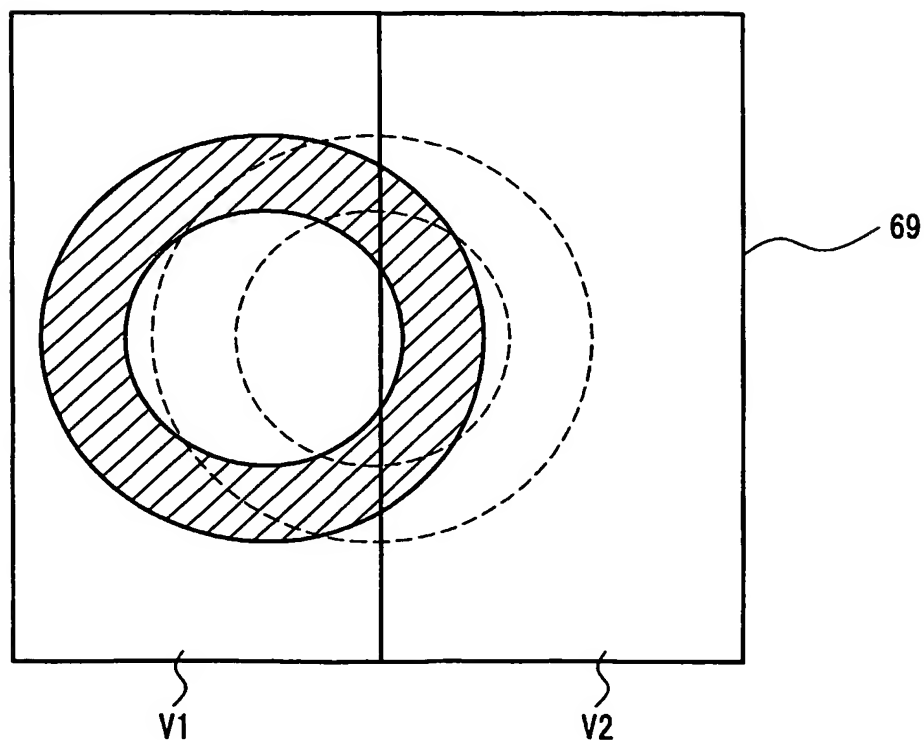
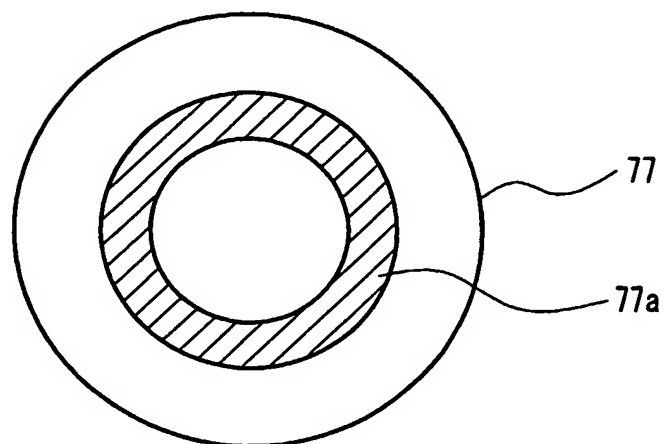
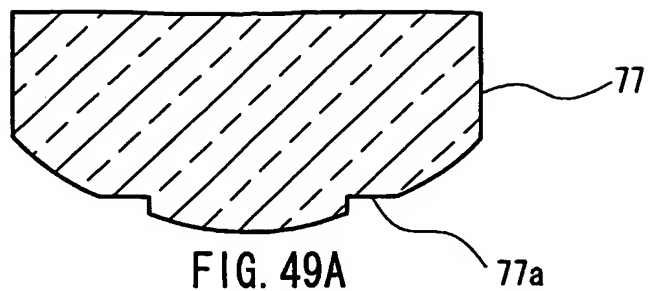


FIG. 50

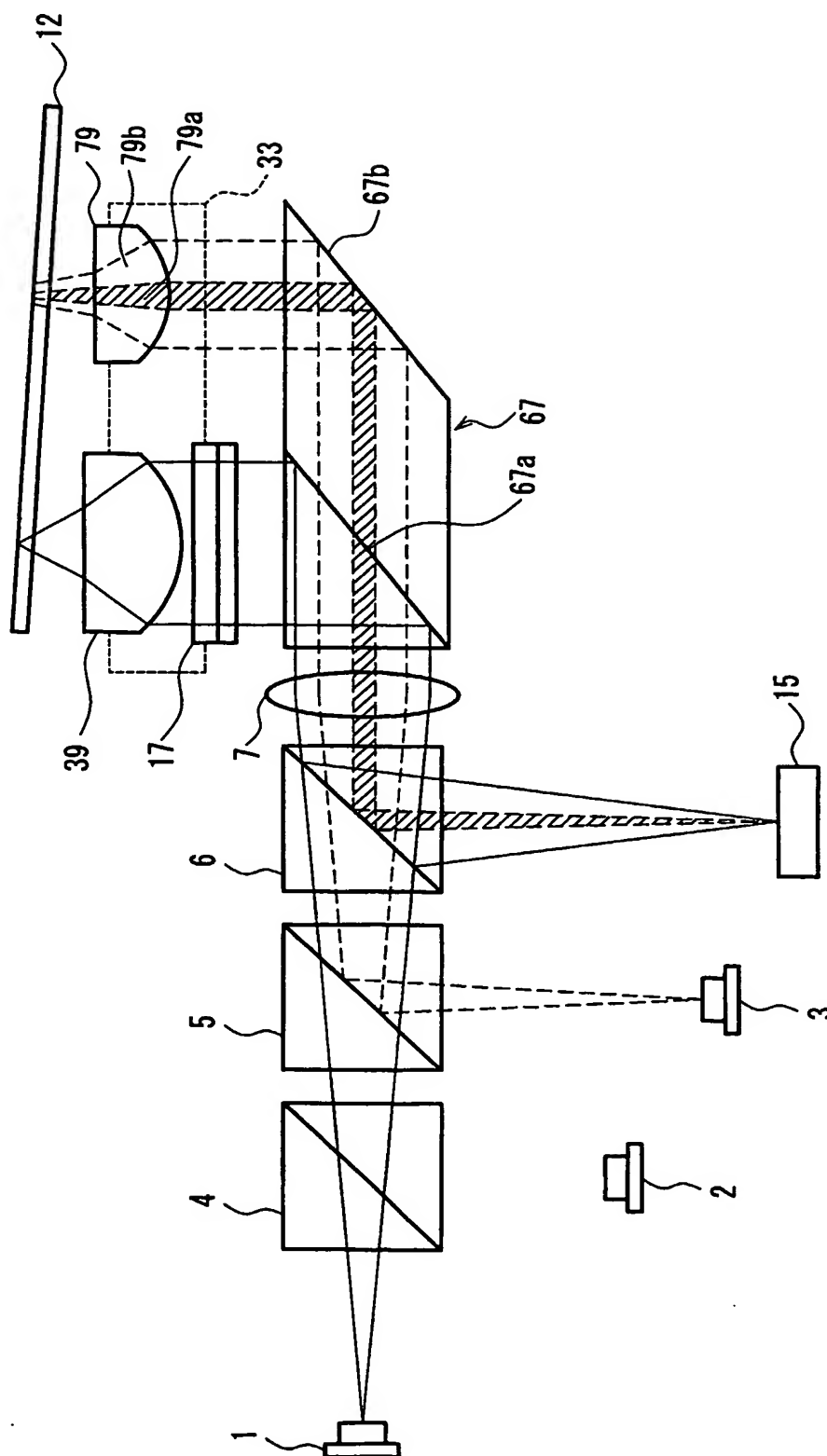


FIG. 51

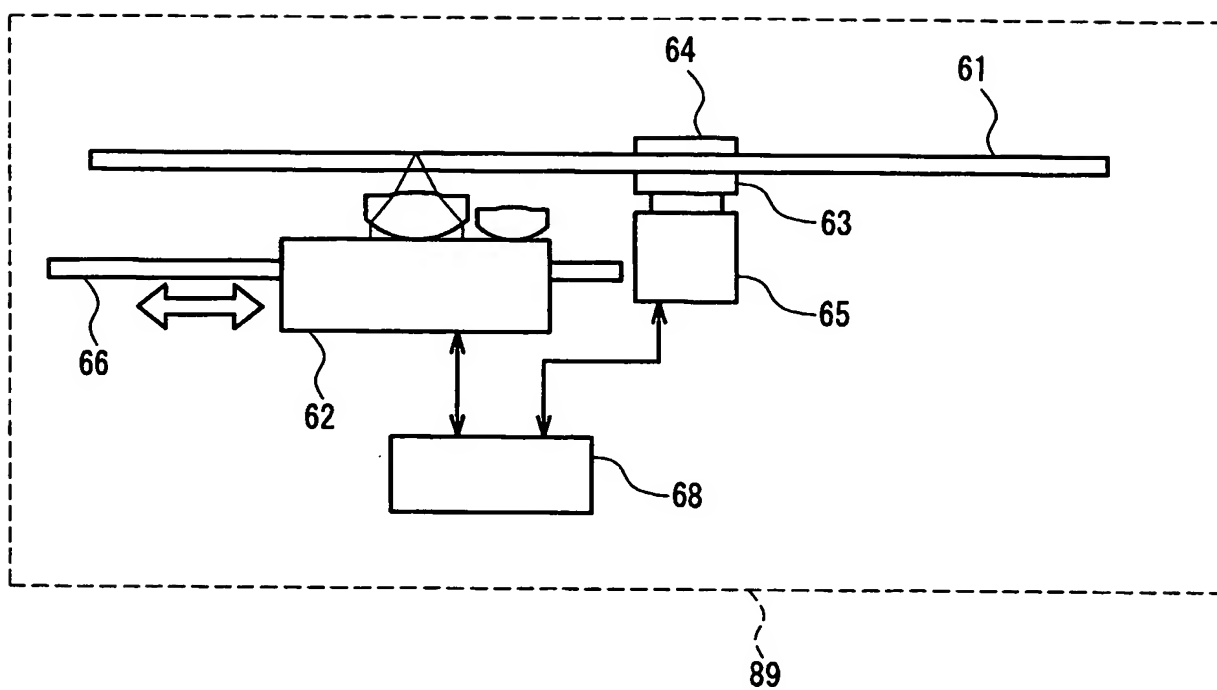


FIG. 52

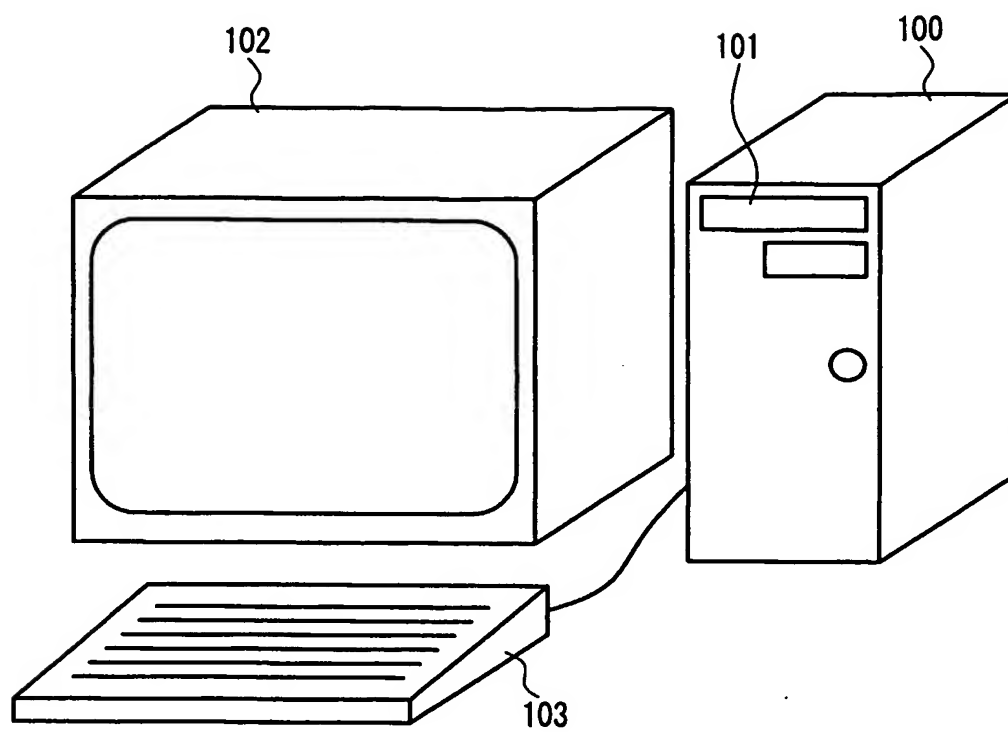


FIG. 53

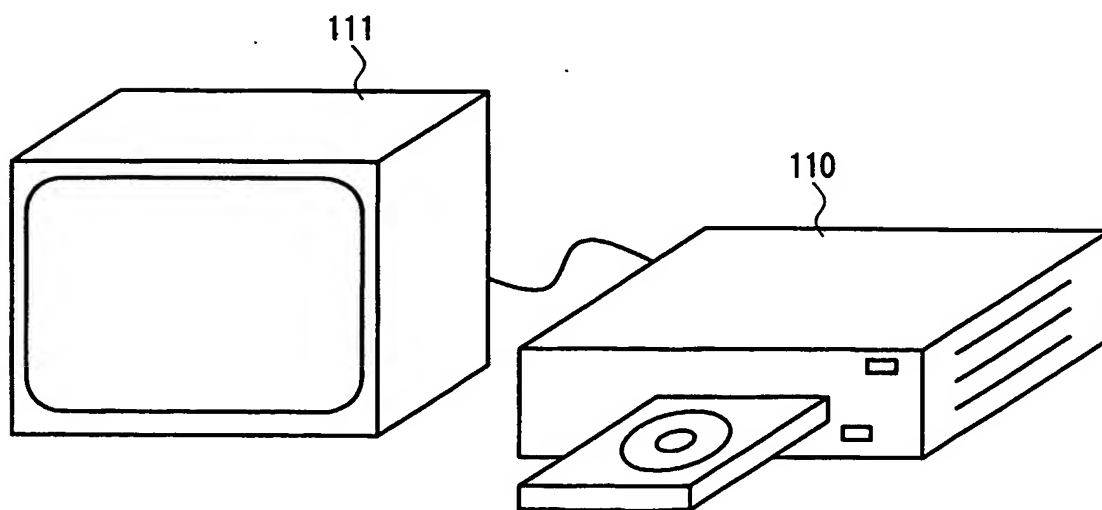


FIG. 54

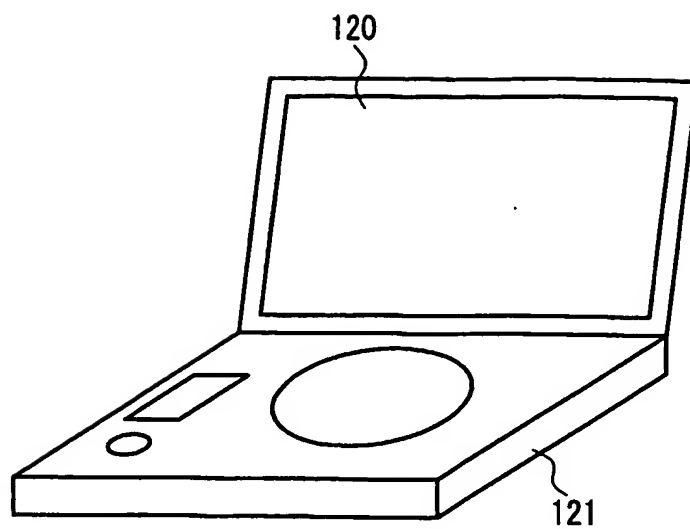


FIG. 55

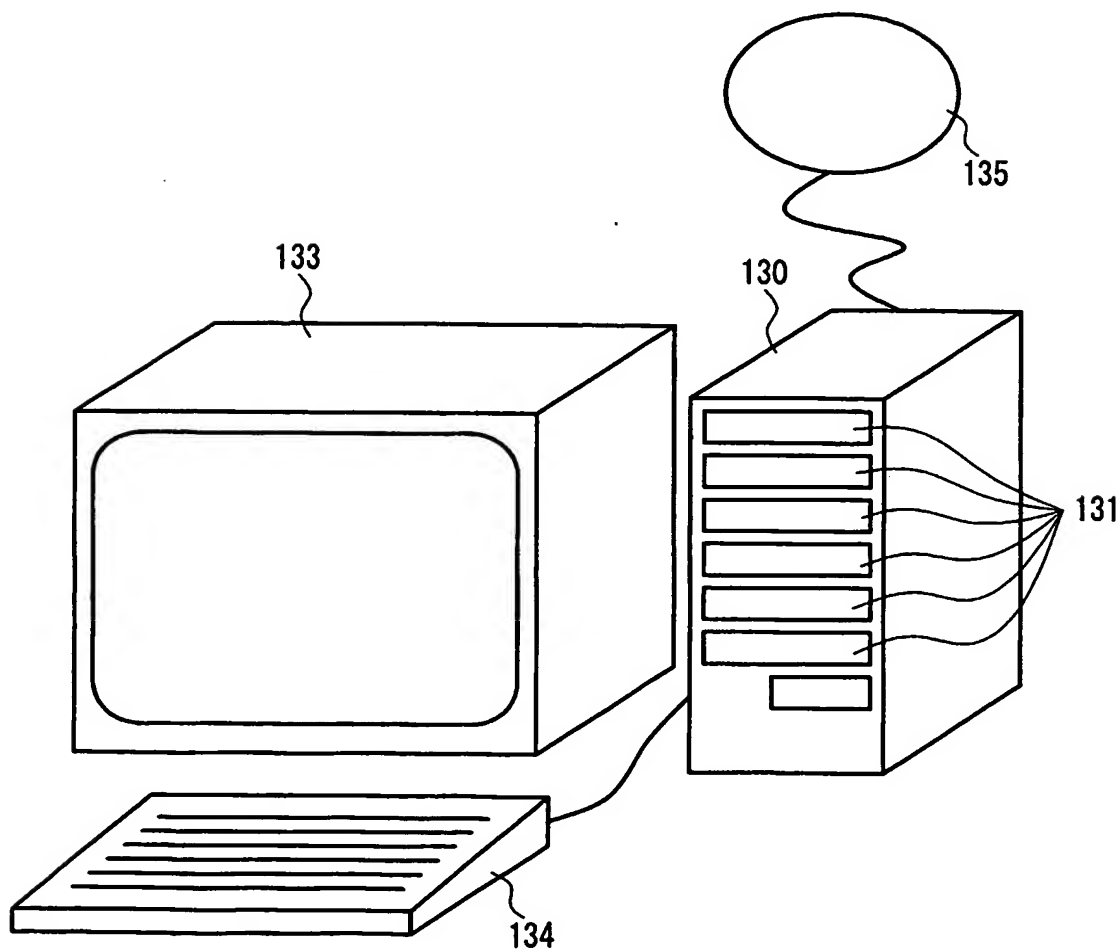


FIG. 56

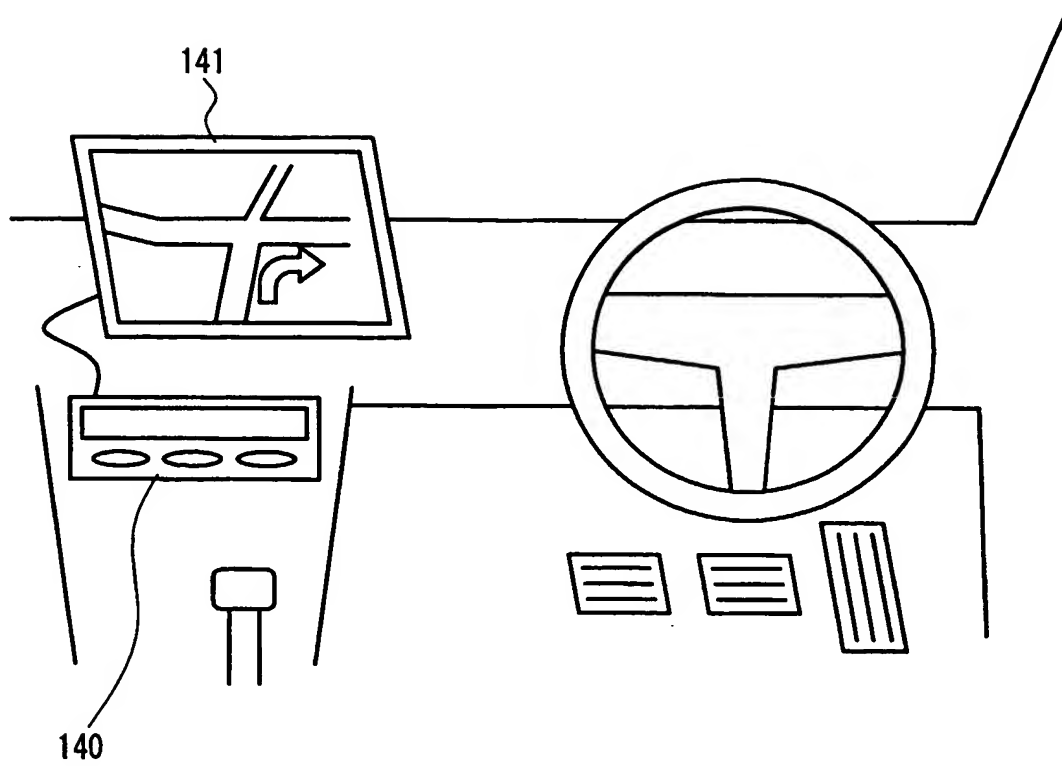


FIG. 57

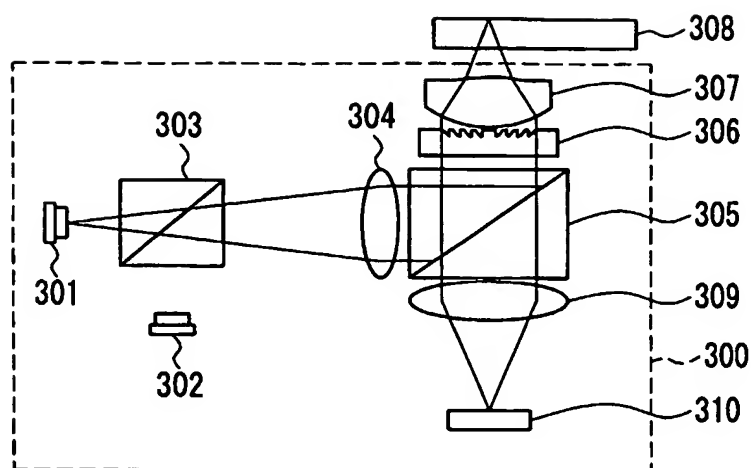


FIG. 58A

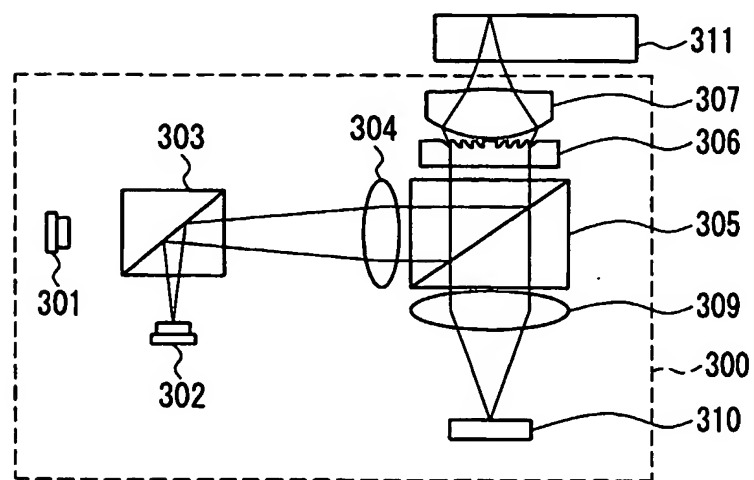


FIG. 58B

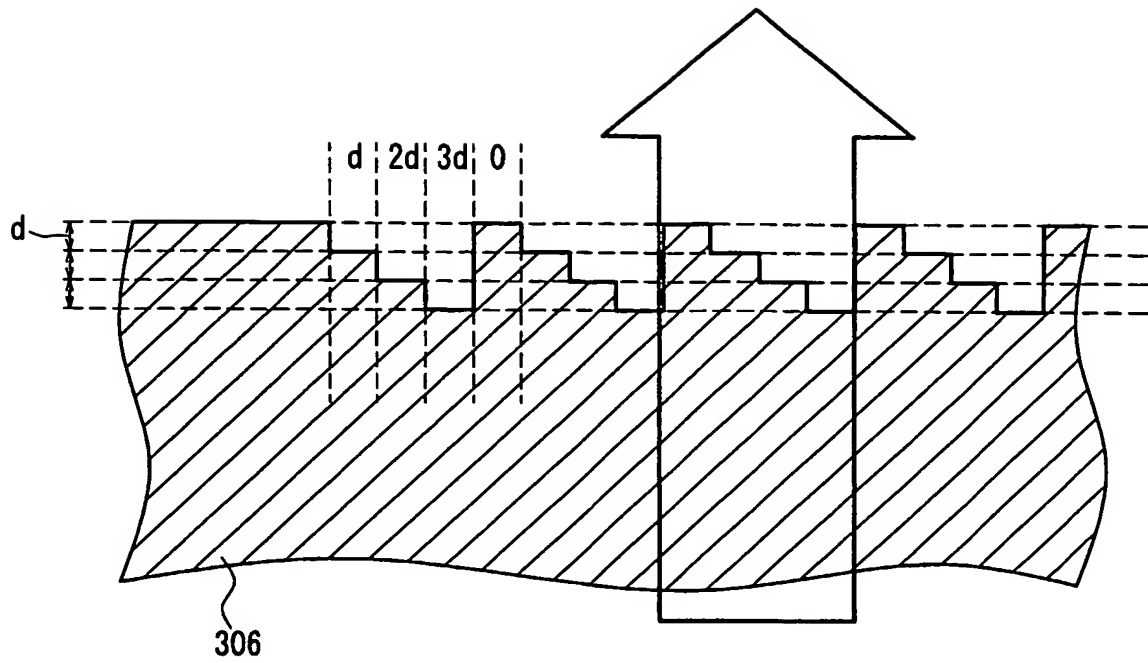


FIG. 59

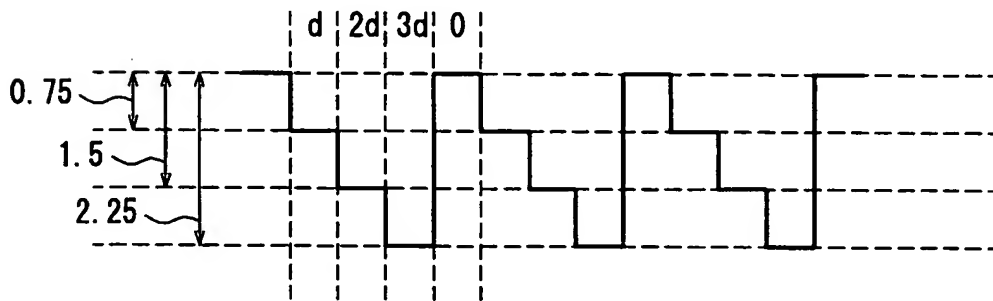


FIG. 60A

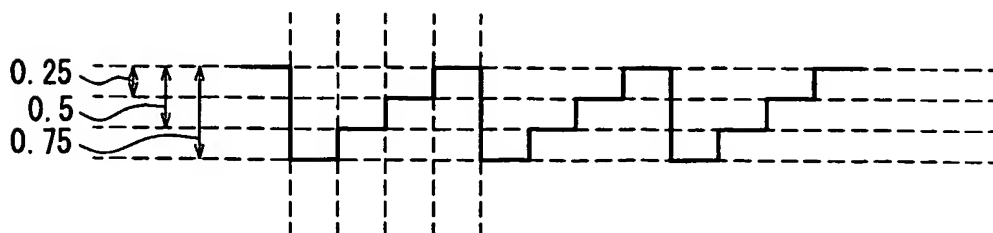


FIG. 60B



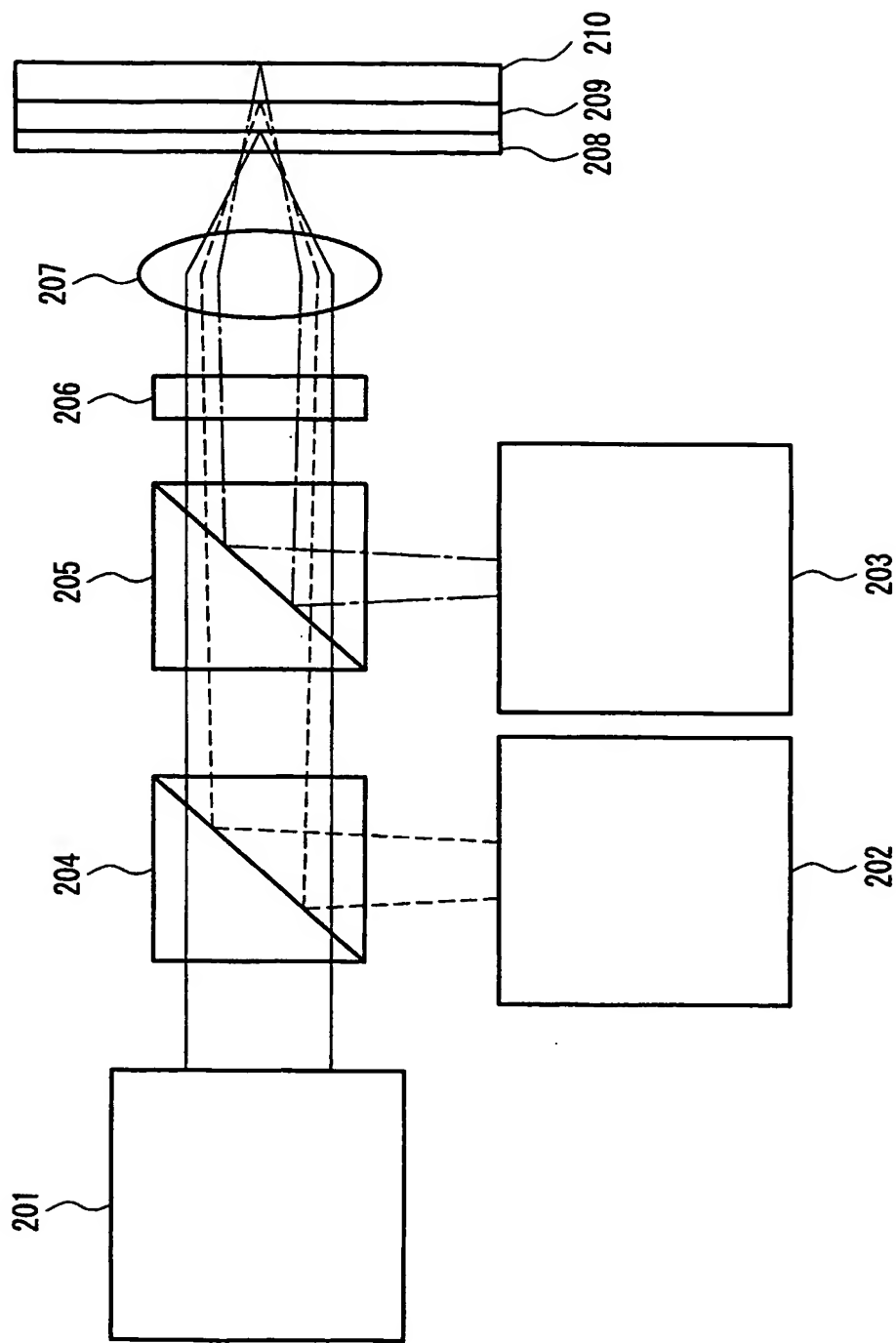


FIG. 61

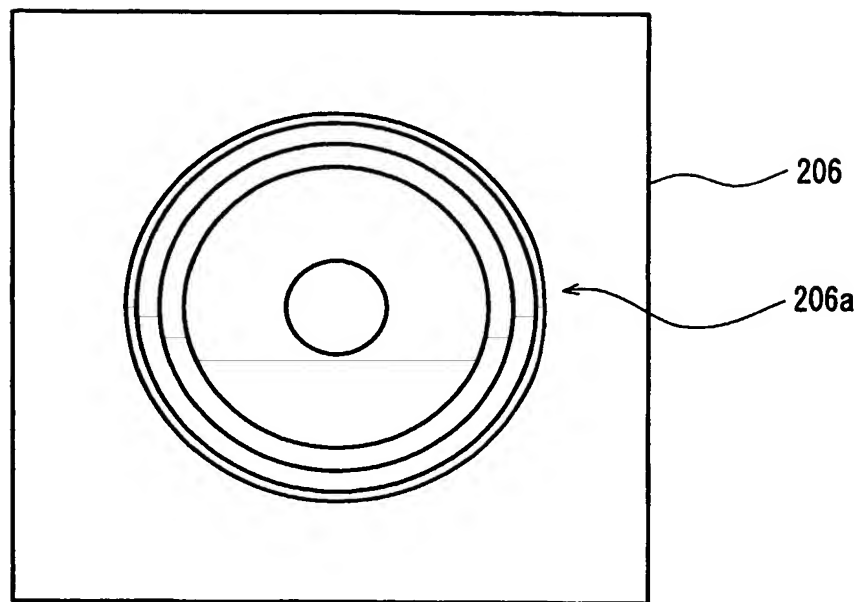


FIG. 62A

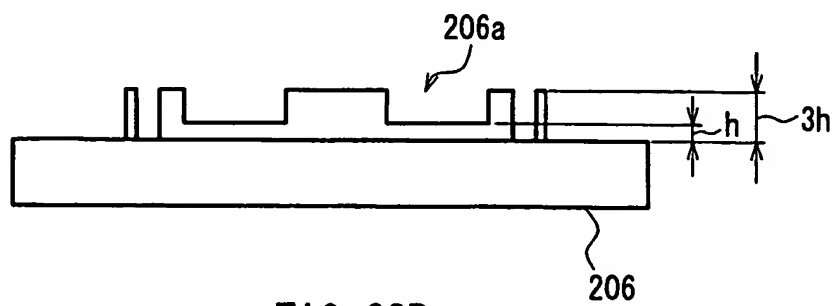


FIG. 62B

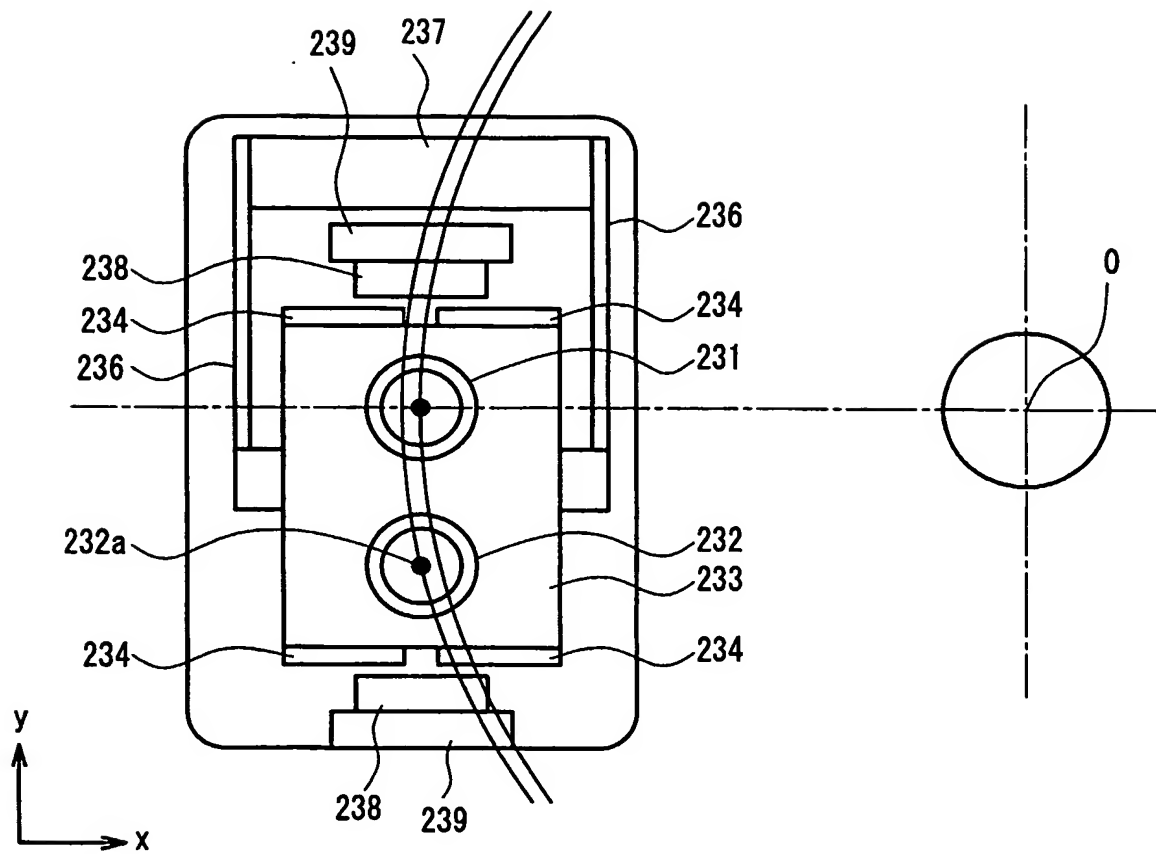


FIG. 63

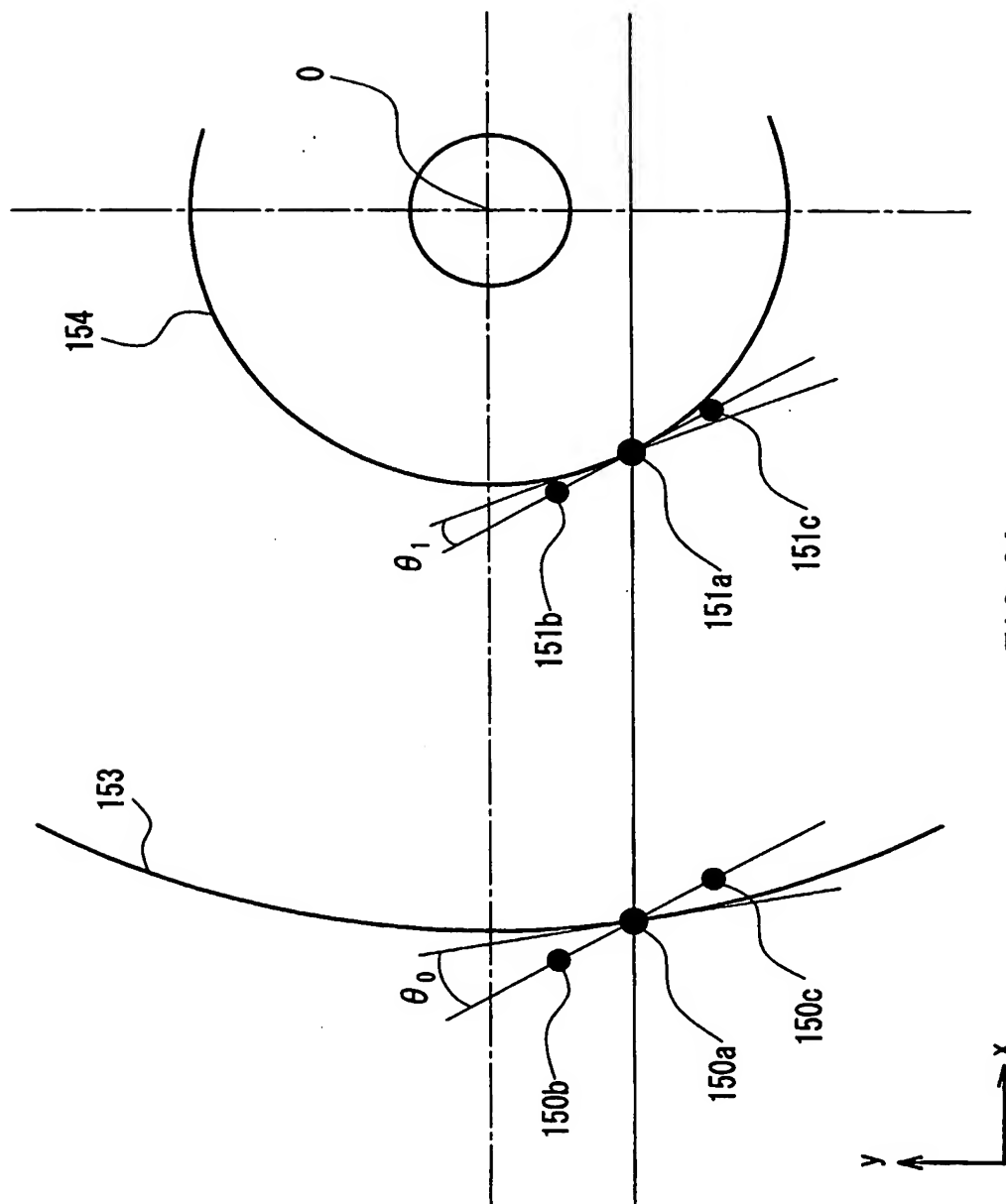


FIG. 64

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/04943

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G02B5/18, G02B5/32, G02F1/13, G11B7/09, G11B7/135

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G02B5/18, G02B5/32, G02F1/13, G11B7/09, G11B7/135

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-339741 A (TDK Corp.), 08 December, 2000 (08.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-2, 4-7, 9-12, 31-32, 37-42, 44, 47-52
Y		3, 8, 13-30, 33-36, 43, 45-46
X	JP 11-23819 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-12, 31-33, 37-42, 44, 47-52
Y		13-30, 34-36, 43, 45-46

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
25 August, 2003 (25.08.03)

Date of mailing of the international search report  
09 September, 2003 (09.09.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04943

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-296417 A (Canon Inc.), 26 October, 2001 (26.10.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-5 6-52
X Y	JP 2002-62415 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 28 February, 2002 (28.02.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-2, 4-7, 9-12, 31-32, 37-42, 44, 47-52 3, 8, 13-30, 33-36, 43, 45-46
X Y	WO 01/48746 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 05 July, 2001 (05.07.01), Full text; all drawings & EP 1169701 A1 & JP 2003-518637 A & KR 2001102341 A & US 2003/0021216 A1	1-2, 4-7, 9-12, 31-32, 37, 42, 44, 47-52 3, 8, 13-30, 33-36, 43, 45-46
Y	JP 2001-93179 A (Pioneer Electronic Corp.), 06 April, 2001 (06.04.01), Full text; all drawings & US 6449095 B1	6-12, 31-33, 39-44, 47-52
Y	JP 2001-209966 A (Pioneer Electronic Corp.), 03 August, 2001 (03.08.01), Full text; all drawings (Family: none)	13-30, 34-36, 45-52
Y	JP 2000-348376 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 December, 2000 (15.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	6-52

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B 5/18, G02B 5/32, G02F 1/13,  
G11B 7/09, G11B 7/135

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B 5/18, G02B 5/32, G02F 1/13,  
G11B 7/09, G11B 7/135

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-339741 A (ティーディーケイ株式会社) 2000.12.08、全文、全図 (ファミリーなし)	1-2, 4-7, 9-12, 31-32, 37-42, 44, 47-52
Y		3, 8, 13-30, 33-36, 43, 45-46
X	JP 11-23819 A (松下電器産業株式会社) 1999.01.29、全文、全図 (ファミリーなし)	1-12, 31-33, 37-42, 44, 47-52

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.08.03

国際調査報告の発送日

09.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明

2V 9222

電話番号 03-3581-1101 内線 3269

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y		13-30, 34- 36, 43, 45-46
X Y	JP 2001-296417 A (キヤノン株式会社) 2001. 10. 26、全文、全図 (ファミリーなし)	1-5 6-52
X  Y	JP 2002-62415 A (旭硝子株式会社) 2002. 02. 28、全文、全図 (ファミリーなし)	1-2, 4-7, 9- 12, 31-32, 37- 42, 44, 47-52 3, 8, 13-30, 33-36, 43, 45- 46
X  Y	WO 01/48746 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 2001. 0 7. 05、全文、全図 & EP 1169701 A1 & JP 2003-518637 A & KR 2001102341 A & US 2003/0021216 A1	1-2, 4-7, 9- 12, 31-32, 37, 42, 44, 47-52 3, 8, 13-30, 33-36, 43, 45- 46
Y	JP 2001-93179 A (パイオニア株式会社) 2001. 04. 06、全文、全図 & US 6449095 B1	6-12, 31-33, 39-44, 47-52
Y	JP 2001-209966 A (パイオニア株式会社) 2001. 08. 03、全文、全図 (ファミリーなし)	13-30, 34- 36, 45-52
Y	JP 2000-348376 A (松下電器産業株式会社) 2000. 12. 15、全文、全 図 (ファミリーなし)	6-52